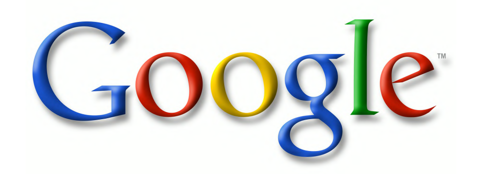



UC-NRLF
B 3 851 628



ZEITSCHRIFT

FÜR

BIOLOGIE

VON

L. BUHL, M. v. PETTENKOFER, C. VOIT,
PROFESSOREN AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN.

XII. Band.



MÜNCHEN, 1876.
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.



INHALT.

Ueber die Kost in öffentlichen Anstalten.[1])

Von

C. Voit.

Ich habe für die diessjährige Versammlung des deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege ein Referat: „Ueber die Anforderungen der Gesundheitspflege an die Kost in Waisenhäusern, Casernen, Gefangen- und Altersversorgungsanstalten sowie in Volksküchen," übernommen.

Es mögen sich vielleicht Manche fragen was ich denn eigentlich über dieses weit ausgedehnte Thema sagen wolle. Die einen werden meinen: es sei schon so viel darüber verhandelt und geschrieben worden, dass man nichts Neues darüber vorbringen könne; Andere werden dagegen die Ansicht haben: die ganze Frage liege noch so im Dunkeln und sei so wenig reif, dass nur unfruchtbare Hypothesen aufgestellt werden könnten. Was den ersten Einwand betrifft, so glaube ich durch meine fünfzehnjährige Thätigkeit auf diesem Gebiete zu einer Zusammenfassung einiger Resultate berechtigt zu sein. Gewichtiger ist das zweite Bedenken; denn mein Unternehmen setzt zu seiner Vollendung allerdings voraus, dass man vor allem genau wisse was und wie viel ein Mensch unter verschiedenen Verhältnissen zu seiner Erhaltung braucht, und doch sind unsere Kenntnisse hierin leider noch sehr spärlich und durchaus nicht der Wichtigkeit des Gegenstandes entsprechend. Obwohl ich diess so tief als nur irgend Jemand fühle, so wage ich mich doch an die mir gestellte Aufgabe, da nach meiner Ueberzeugung die Physiologie der Ernährung der thierischen Organismen so weit vorgeschritten ist, dass von ihren Lehren für unser Wohlergehen vielfache Anwendung gemacht werden kann. Es ist vor allem meine Absicht dies recht eindringlich darzuthun. Die Consequenzen welche eine richtige Ernährung des Menschen nach zieht, sind für die Entwicklung des Menschengeschlechtes so weittragend, dass auch der erste Anfang dazu seine Bedeutung hat.

1) Vortrag, gehalten am 13. September 1875 in der ersten Sitzung des Congresses für öffentliche Gesundheitspflege zu München.

Ich werde mich dabei möglichst frei zu halten suchen von blossen Meinungen wie sie leider häufig auf diesem Gebiete geäussert werden, oder von Folgerungen die durch den Versuch am thierischen Organismus nicht ihre Bestätigung erhalten haben. Ich habe eine förmliche Furcht vor unrichtigen und unzeitigen Anwendungsversuchen in einer so verwickelten Sache, welche schon so oft den grössten Schaden gebracht haben; man hat häufig aus einer einzelnen, an und für sich ganz richtigen Erkenntniss falsche Schlüsse gezogen, da man die mannichfaltigen, zum Theil unbekannten Bedingungen der thierischen Organisation nicht mit in Rücksicht genommen hat.

In den landwirthschaftlichen Kreisen kennt man die Tragweite solcher Bestrebungen schon längere Zeit ganz genau; man ist sehr bekümmert um die richtige Ernährung des Viehes, wie sich mit dem Futter ein bestimmter Effect auf die wohlfeilste Weise erreichen lässt. Auch der gewöhnlichste Bauer hat hierin gewisse Kenntnisse, und wenn es sich dabei auch noch vielfach um eine blosse Empirie handelt und die Gründe der Erscheinungen den meisten unbekannt sind, so wird doch in Bälde, bei der klaren Erkenntniss der Wichtigkeit der Sache, das Verfahren der besser unterrichteten Landwirthe in seiner Sicherheit nicht wesentlich von dem des technischen Chemikers oder des Maschinenbauers abweichen.

Um die richtige Ernährung des Menschen kümmert man sich aber sonderbarerweise in denjenigen Kreisen, welchen sie am Herzen liegen sollte, so gut wie nicht, und man hat in ihnen nur selten richtige Vorstellungen davon. Man ist so kurzsichtig, weil man hier den Nutzen nicht so direct in Geld ausgedrückt sieht, ähnlich kurzsichtig wie der Bauer, der seinem Vieh, dessen Fleisch und Milch er verkauft, und das er zum Ziehen braucht, mehr Aufmerksamkeit schenkt als seinen Kindern. Allmählich bahnt sich jedoch ein besseres Verständniss auch hierin an, nämlich da, wo für gewisse Fälle der Vortheil einer zweckentsprechenden Ernährung des Menschen gar nicht zu verkennen ist. Die englischen Boxer leben nach einem bestimmten Régime, und sie trainiren sich förmlich für ihre Leistungen, ähnlich wie es mit den Rennpferden geschieht: die Aerzte legen nach und nach das grösste Gewicht auf eine passende Ernährung des Kranken, da sie erkannt haben, dass derselbe dabei die Krankheit leichter übersteht, während früher Tausende in Folge der ungenügenden Zufuhr zu Grunde gegangen sind; den meisten Vorschub verspreche ich mir aber zunächst von dem Militär, wo wenigstens für den Krieg die Bedeutung der Ernährung voll gewürdigt wird.

Die öffentliche Gesundheitspflege hat die Aufgabe: die Menschen

unter solche Bedingungen zu bringen, dass krankmachende Einflüsse möglichst von ihnen abgehalten werden, oder dass sie denselben widerstehen. Sie richtet desshalb eingehend ihre Aufmerksamkeit auf die Reinheit der Luft in den Räumen, in welchen die Menschen leben, auf die Güte des Trinkwassers etc., und man legt einen so grossen Werth darauf, dass man dafür von der Gemeinde aus Sorge trägt. Aber der Ernährung des Menschen, durch welche ein gegen schädliche Agentien widerstandskräftiger Körper aufgebaut und ein tüchtiges nachkommendes Geschlecht herangezogen wird, legt man auch von dieser Seite noch kein besonderes Gewicht bei.

Man hält meistentheils das Hunger- und Durstgefühl für den untrüglichen Anzeiger, der uns lehrt, stets das Richtige zu finden, wesshalb man nicht eigens für die Ernährung zu sorgen habe. Man könnte aber dann auch eben so gut behaupten: der Mensch besitze in dem Geruchssinn einen genügend scharfen Anzeiger für verdorbene Luft und im Geschmackssinn für schlechtes Trinkwasser, und doch weiss man wie sehr trotzdem in dieser Beziehung gesündigt wird. Eine Menge von Thatsachen, von denen ich einige noch angeben werde, zeigt uns, dass man sich in der Kost auch bei freier Wahl nicht allein dem Gefühl überlassen darf, und dass dabei viele grobe Fehler begangen werden.

Wenn aber schon derjenige Mensch, der, soweit es seine Mittel erlauben, frei wählen kann, in Fehler verfällt, wie gross können diese erst sein wo eine freie Wahl nicht möglich ist, sondern die Kost von Anderen bestimmt wird, welche oft nur auf's Gerathewohl und nach falschen Vorstellungen die Bestimmungen treffen. So ist es in Waisenhäusern, Cadettenhäusern, Casernen, Gefangen- und Altersversorgungsanstalten, in Volksküchen, in Krankenhäusern.

Um die mir gestellte Frage über die Anforderungen der öffentlichen Gesundheitspflege an die Kost in solchen Anstalten beantworten zu können, ist es zuerst nöthig die Anforderungen an die Kost des Menschen überhaupt zu kennen; besitzen wir einmal diese Kenntniss, so ist es leicht für jeden speciellen Fall einen sicheren Entscheid zu treffen.

Die allgemeinen Anforderungen an die Kost des Menschen sind nicht einfach, und lassen sich nur durch eine eingehende Betrachtung der Ernährungsverhältnisse des Menschen darthun. Mit einigen Recepten für die Kost in einzelnen Fällen, wie in einem Kochbuche, wäre nichts ausgerichtet. Ich muss daher, wenn anders ich meiner Aufgabe nachkommen und den Grund für eine der wichtigsten Aufgaben der öffentlichen Gesundheitspflege legen soll, in das ernste Gebiet der Wissenschaft, in der man

nach den Ursachen der Erscheinungen fragt, eintreten und die Geduld des Lesers, länger als es sonst erlaubt ist, in Anspruch nehmen, wofür ich um gütige Nachsicht bitte.

Unter den eigenthümlichen und complicirten Bedingungen unseres Organismus findet beständig ein allmählicher Zerfall gewisser Stoffe statt, wobei sich, schliesslich theilweise unter Aufnahme von Sauerstoff, Producte bilden, welche als nicht zum Körper gehörig ausgeschieden werden. Andere Stoffe dagegen, wie z. B. das Wasser oder gewisse Aschebestandtheile, werden unter den Bedingungen des Organismus nicht zersetzt, und es wird davon nicht nur Ueberschüssiges, sondern auch dem Körper noch Nöthiges unverändert wieder abgegeben.

Die Zufuhr von Speisen und Getränken hat die Bedeutung, trotz jener Zersetzungen und Abscheidungen, den Körper auf seinem stofflichen Bestande zu erhalten oder in den geeigneten und entsprechenden stofflichen Zustand zu versetzen.

Die Organe des Körpers sind nun bekanntlich aus einer grösseren Anzahl von Stoffen aufgebaut und zusammengesetzt. Es sind diess vorzüglich Wasser, die stickstoffhaltigen, eiweissartigen Stoffe mit ihren Abkömmlingen, die stickstofffreien Fette und einige Aschebestandtheile.

Diese Stoffe bestehen aus eigenthümlichen Verbindungen einer Reihe von Grundstoffen oder Elementen: von Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff und der Elemente der Aschebestandtheile. Der Organismus hat jedoch nicht die Fähigkeit aus diesen Elementen seine zusammengesetzten Stoffe, das Eiweiss oder das Fett zu bereiten; er kann nicht, wie man sich ausdrückt, von der Luft — von Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff etc., leben, sondern es müssen ihm im Allgemeinen schon die zusammengesetzten Verbindungen zugeführt werden.

Jeden Stoff, welcher den Verlust eines zur Zusammensetzung des Körpers nothwendigen Stoffes verhütet, nennen wir einen Nahrungsstoff mit der Eigenschaft des Nahrhaften. Ein Nahrungsmittel ist ein aus mehreren Nahrungsstoffen bestehendes Gemenge. Die Summe von Nahrungsstoffen oder Nahrungsmitteln, mit den nothwendigen Genussmitteln, welche den Körper auf seiner Zusammensetzung erhält, oder auf eine gewünschte Zusammensetzung bringt, nennen wir für diesen Fall eine Nahrung, mit der Eigenschaft des Nährenden.

Es lässt sich die Rolle der einzelnen Nahrungsstoffe bei der Ernährung erst klar darthun seit wir dabei ausschliesslich von ihrer stofflichen Bedeutung für den Körper ausgehen, und von der Frage nach ihren weiteren

Wirkungen, ob sie Wärme oder mechanische Arbeit liefern, bei ihrer Würdigung als Nahrungsstoffe ganz absehen. Die bis jetzt üblichste Eintheilung der Nahrungsstoffe in plastische und respiratorische bezieht sich nicht auf ihren Werth für die Ernährung, d. h. auf die stoffliche Erhaltung des Körpers, sondern wesentlich auf ihre Kräftewirkungen, und genügt dem gegenwärtigen Stand unseres Wissens nicht mehr.

Die von mir gegebene Definition muss strengstens festgehalten werden; es hat schon viel Unheil angerichtet, dass man Nahrungsstoffe und Nahrungsmittel als eine Nahrung und als nährend bezeichnete.

Im Allgemeinen gilt es also, den Bestand des Körpers an Eiweiss, Fett, Wasser und Aschebestandtheilen zu erhalten oder einen gewissen Stand daran hervorzurufen. Alle anderen Stoffe des Organismus sind nur Abkömmlinge der genannten Stoffe bei der Zersetzung, oder dienen, wie z. B. der Sauerstoff, zur weiteren Verarbeitung im Körper, und zur Hervorbringung der Wirkungen in demselben.

Diesen Effect üben nun die Nahrungsstoffe in zweierlei Weise aus. Entweder wird aus einem Nahrungsstoff direct ein Stoff des Körpers zum Ansatz gebracht, oder es schützt ein Nahrungsstoff einen Stoff des Körpers vor der Zersetzung, und zwar nur theilweise, oder auch ganz, indem er statt des letzteren zerfällt.

Zur Erhaltung oder Ablagerung des Eiweisses am Körper muss unter allen Umständen Eiweiss zugeführt werden; andere Stoffe sind die das Eiweiss theilweise schützenden Nahrungsstoffe, welche, ohne dass aus ihnen Eiweiss wird, den Verbrauch des Eiweisses etwas geringer machen, so z. B. die stickstofffreien Kohlehydrate und Fette und vor allem der stickstoffhaltige Leim.

Zur Ablagerung und Erhaltung des Fettes am Körper dient das in der Kost zugeführte oder das bei dem Zerfalle des Eiweisses entstehende Fett. Andere Stoffe, wie namentlich die Kohlehydrate (Stärkemehl, Dextrin, Zucker etc.), erhalten nur den Bestand an Fett, oder ersparen dasselbe, indem sie leichter als dieses zerlegt werden. Die Kohlehydrate sind für das Körperfett völlig schützende Nahrungsstoffe, aber nicht Fett ansetzende.

Der Bestand an Wasser wird zum grössten Theil durch Zufuhr von Wasser aus dem Darm, nur zum kleinen Theil durch Entstehen von Wasser bei den Zerlegungen im Körper erhalten; der Bestand an Aschebestandtheilen nur durch die Zufuhr der betreffenden Stoffe.

Der Sauerstoff ist in unserm Sinne kein eigentlicher Nahrungsstoff und auch nicht die nächste Ursache des Zerfalls der Stoffe im Organismus; indem er in gewisse Zerfallproducte eintritt, werden die letzten leicht

ausscheidbaren Verbindungen erzeugt, und dabei die Wirkungen, welche wir die Lebenserscheinungen im Thierkörper nennen auf die Dauer ermöglicht.

Wie erfährt man nun ob ein Gemisch von Nahrungsstoffen und Nahrungsmitteln eine Nahrung ist? Allein dadurch, dass man sich überzeugt, ob der betreffende Organismus dabei auf seinem Bestande bleibt, ob er also kein Eiweiss, oder Fett, oder Wasser, oder Aschebestandtheile verliert. Man muss zu dem Zweck die Bestandtheile der Zufuhr kennen, und durch Untersuchung der vom Körper abgegebenen Zersetzungsproducte aus denen man auf die Stoffe aus welchen sie hervorgegangen sind rückschliessen kann, erfahren, ob die Zufuhr eben die Abfuhr deckt oder nicht.

Vielfach hat man das Körpergewicht als untrügliches Zeichen der Erhaltung des Körpers oder eines Ansatzes von Substanz gehalten; man hat gesagt, dass, wenn Menschen bei irgend einer Kost auf ihrem Gewicht bleiben oder gar an Gewicht zunehmen, diese Kost dann auch eine Nahrung sei. Ich habe aber dargethan, dass das Gewicht kein sicheres Kriterium für eine Nahrung ist, da der Körper bei gleichbleibendem oder zunehmendem Gewichte Wasser ansetzen und Eiweiss oder Fett verlieren, oder bei Zunahme des Gewichtes und einer Ablagerung von Fett an Eiweiss abnehmen kann. Schlecht Ernährte sind gewöhnlich nicht leichter, sondern enthalten nur weniger Eiweiss und Fett bei grösserem Reichthum des Körpers an Wasser. Jeder Viehmäster weiss, dass im Anfange der Mästung das Thier nicht entsprechend der Ablagerung von Fleisch und Fett an Gewicht zunimmt; kein Metzger kauft einen Ochsen nach dem Gewicht allein, sondern er beurtheilt durch die Betastung die Güte des Fleisches. Trotzdem benutzt man beim Menschen häufig noch das Körpergewicht als Anzeiger für eine richtige Ernährung, obwohl längst nachgewiesen ist, dass es nur zu Täuschungen Veranlassung gibt.

Ebenso wenig ist das subjective Wohlbefinden ein Maassstab für den Werth einer Kost als Nahrung, da wir darin grossen Irrungen ausgesetzt sind; ein 10 Pfund Kartoffeln im Tage verzehrender Irländer wird sich dabei seiner Meinung nach ganz gut befinden, obwohl er schlecht genährt ist. Die übeln Einflüsse einer unrichtigen Ernährung, z. B. der zu geringen oder der übermässigen Aufnahme des einen oder anderen Nahrungsstoffes, machen sich häufig erst nach längerer Zeit geltend.

Es gibt für den besagten Zweck keinen anderen Weg als den des directen Versuches am Organismus und der Bilanz der Einnahmen und Ausgaben; ein solcher Versuch am lebenden Menschen ist nur von einem Physiologen zu machen, ein Chemiker als solcher ist nicht im Stand über den Werth eines Gemenges als Nahrung zu urtheilen. Die Grösse des

Verbrauchs an den einzelnen Nahrungsstoffen beim Menschen ist auf solche Weise für eine Anzahl von Fällen festgestellt worden; es thut aber noth sie für eine viel grössere Zahl an verschiedenen Individuen und unter verschiedenen Umständen noch zu machen.

Man sollte denken es wäre, wenn einmal für allerlei Bedingungen der Bedarf an Nahrungsstoffen ermittelt sei, nichts einfacher als diese Nahrungsstoffe in der gefundenen Menge dem Körper zuzuführen, um die beste Nahrung zu haben. Wir nehmen aber nur wenige einfache Nahrungsstoffe, wie z. B. Zucker, reines Stärkemehl, Fett etc. zu uns, und mischen niemals unsere Nahrung aus solchen allein, sondern wir setzen sie aus Nahrungsstoffen und allerlei Nahrungsmitteln, in welchen Nahrungsstoffe in verschiedensten Verhältnissen sich befinden, zusammen, und diess macht die Sache complicirter. Keines unserer Nahrungsmittel ist uns auf die Dauer, wie wir noch zeigen werden, eine richtige Nahrung.

Nach diesen Betrachtungen sind wir jetzt im Stande die Anforderungen an die Kost des Menschen zu verstehen.

1.

Das erste Erforderniss an unsere Kost, um sie zu einer Nahrung zu machen, d. h. um den betreffenden Menschen dauernd auf seinem Bestand an Eiweiss, Fett, Wasser und Aschebestandtheilen zu erhalten, ist dass die diess bewirkenden Nahrungsstoffe in genügender Quantität zugeführt werden. Nach meinen einleitenden Bemerkungen über die Bedeutung der verschiedenen Nahrungsstoffe ist es klar warum die einzelnen derselben in hinreichender Menge vorhanden sein müssen, und warum es nicht genügt ein grosses Volumen des einen oder anderen zu geben; wir können aus Mangel an Eiweiss, an Fett, an Wasser, an Aschebestandtheilen bei reichlichster Zufuhr aller übrigen Nahrungsstoffe zu Grunde gehen.

Zur Erhaltung braucht der Mensch für gewöhnlich eine ganz erkleckliche Masse, und jeder muss so viel geniessen, sonst nimmt er an seinem Körper ab und stirbt zuletzt Hungers.

Die Grösse des Bedarfs ist aber nicht für alle die gleiche, sondern je nach der Beschaffenheit des Körpers, und je nach den Umständen unter welchen er lebt, ausserordentlich verschieden. Ein kräftiger Mann der eine tüchtige Arbeit leistet, braucht z. B. ungleich mehr als ein schwächlicher Körper, der sich keinen Anstrengungen unterziehen kann. Es gibt einzelne bis auf's äusserste herabgekommene Personen, welche bei möglichster Ruhe auffallend wenig Material zur Bestreitung ihrer geringen Bedürfnisse nöthig haben; diess ist jedoch ein krankhafter Zu-

stand ohne Leistungsfähigkeit, bei dem aber doch noch ein gewisser Bedarf an allen Nahrungsstoffen vorhanden ist.

Die Erzählungen von ganzen Völkerschaften, welche nur sehr wenig Nahrung aufnehmen und doch thatkräftig bleiben sollen, haben sich sämmtlich bei näherer Untersuchung als Fabeln herausgestellt. Der Araber der Wüste geniesst nicht nur eine Hand voll Reis; die Arbeiter auf den Hochebenen Norwegens vollenden ihr schweres Tagewerk nicht nur bei einem Stückchen Flachbrod und etwas trockenem Käse, so wenig wie die Holzarbeiter im bayerischen Gebirge mit etwas Mehl und Schmalz ausreichen. Es hat sich ergeben, dass der Hindu und der Chinese so viel an Nahrungsstoffen brauchen als wir, und ebenso der italienische Arbeiter von dem behauptet worden ist, dass er nur eine äusserst geringe Menge von Maismehl täglich verzehrt.

2.

Die genügende Quantität der Nahrungsstoffe überhaupt erschöpft noch nicht die Anforderungen, die wir an eine richtige Nahrung stellen; 5 Pfund Fleisch können unter Umständen für einen Tag als Nahrung dienen, aber sie sind keine richtige Nahrung. Es muss von jedem der Nahrungsstoffe gerade so viel gegeben werden als zur Erhaltung der Stoffe des Körpers eben nöthig ist, nicht zu viel und nicht zu wenig, d. h. die einzelnen Nahrungsstoffe sollen in dem richtigen Verhältniss gemischt sein.

Um rasch zu zeigen, um was es sich hier handelt, und welche Missgriffe man in dieser Richtung begehen kann, versuchen wir die für einen kräftigen Arbeiter bei mittlerer Arbeit täglich nöthige Eiweissmenge und die für ihn nöthige Quantität Kohlenstoff, um den Verlust an Kohlenstoff von seinem Körper zu verhüten, in einigen der wichtigsten Nahrungsmittel auszudrücken. Ein solcher Arbeiter braucht im Tag 118 Gramm trockenes Eiweiss und mindestens 328 Gramm Kohlenstoff, von denen, da in 118 Gramm Eiweiss schon 63 Gramm Kohlenstoff enthalten sind, 265 Gramm in stickstofffreien Nahrungsstoffen, Fett oder Kohlehydraten, darzureichen sind.

Er müsste darnach, um 118 Gramm Eiweiss und 328 Gramm Kohlenstoff zuzuführen, von den folgenden Nahrungsmitteln in Gramm geniessen:

für 118 Eiweiss		für 328 Kohlenstoff	
Käse	272	Mais	801
Erbsen	520	Weizenmehl	824
fettarmes Fleisch	538	Reis	896
Weizenmehl	796	Erbsen	919
Eier (18 Stück)	905	Käse	1160

für 118 Eiweiss		für 328 Kohlenstoff	
Mais	989	Schwarzbrod	1346
Schwarzbrod	1430	Eier (43 Stück)	2231
Reis	1868	fettarmes Fleisch	2620
Milch	2905	Kartoffel	3124
Kartoffel	4575	Milch	4652
Weisskohl	7625	Weisskohl	9318
weisse Rüben	8714	weisse Rüben	10650
Bier	∾	Bier	13160

Aus dieser Tabelle ist, wie ich vorher schon hervorgehoben habe. leicht nachzuweisen, dass keines unserer Nahrungsmittel für sich allein für einen arbeitenden Mann in richtiger Zusammensetzung alle Nahrungsstoffe enthält, und also keines für ihn eine richtige Nahrung ist. Es wäre vielleicht eine Erhaltung mit beinahe jedem dieser Nahrungsmittel für sich allein möglich, aber die Ernährung wäre dabei eine höchst irrationelle, da die aufgezählten Substanzen von dem einen oder dem anderen Nahrungsstoff zu viel oder zu wenig enthalten.

Ein Arbeiter könnte sich wohl mit einem aus Wasser, den nöthigen Aschebestandtheilen und Eiweiss bestehenden Nahrungsmittel, z. B. mit fettarmem Muskelfleisch, ernähren, also seinen Bestand an Eiweiss, Fett, Wasser und Aschebestandtheilen erhalten, wie es bei Jagdvölkern zeitweise vorkommen mag, aber nur für kurze Dauer und mit grosser Ueberbürdung des Darmes und des übrigen Körpers, da dazu erstens enorme Mengen von Fleisch nöthig sind, und da zweitens zur Deckung des Eiweissbedarfes nach der Tabelle nur 538 Gramm Fleisch, zu der des Kohlenstoffes aber 2620 Gramm gehören, durch welche letztere man eine völlig überflüssige Menge von Eiweiss einführen würde. Fettarmes Fleisch für sich allein gibt desshalb für den Menschen eine ganz ungünstige Nahrung, und man fügt daher, wenn irgend möglich, zu den nur Wasser, Aschebestandtheile und Eiweiss enthaltenden Nahrungsmitteln Fette oder Kohlehydrate hinzu. Die von der Jagd lebenden Stämme sind gierig nach Fett, sie schlagen die Knochen auf um das fettreiche Mark zu erhalten, und die fetten Tatzen des Bären sind ihnen ein Leckerbissen; die Eskimos verzehren nicht nur Muskelfleisch, sondern sie nehmen auch bedeutende Mengen von Fett auf.

Selbst die Milch ist trotz ihres Gehaltes an Fett und einem Kohlehydrat für den Arbeiter keine richtig zusammengesetzte Nahrung; bietet sie den Bedarf an Kohlenstoff, so führt sie zu viel Eiweiss ein.

Wir bedienen uns desshalb einer aus Wasser, Aschebestandtheilen, Eiweiss und Fetten oder Kohlehydraten gemischten Nahrung.

Es ist höchst interessant, dass das Mehl der Getreidearten, unser hauptsächlichstes Nahrungsmittel, von allen Nahrungsmitteln am nächsten der richtigen relativen Zusammensetzung kommt; denn man braucht für den Arbeiter nahezu gleiche Mengen davon um den Bedarf an Eiweiss und an Kohlenstoff zu befriedigen. Trotzdem ist das aus dem Mehle bereitete Brod, aus einem Grunde den wir noch erörtern werden, keine gute ausschliessliche Nahrung für den Menschen, wenn auch mit anderen ein vorzügliches Nahrungsmittel.

Umgekehrt wie das fettarme Fleisch verhalten sich die stickstoffarmen Nahrungsmittel: der Reis, die Kartoffeln, die Rüben etc. Sie enthalten wenig Eiweiss; wenn man wirklich so viel verzehrt, dass die Menge des letzteren genügt, so führt man, abgesehen von der grossen kaum bewältigbaren Masse, welche weitere Beschwerden nach sich zieht, viel zu viel stickstofffreie Substanzen zu, und begeht demnach eine Verschwendung. Darum werden diese Nahrungsmittel stets mit einem eiweissreicheren vermischt, und von keiner Völkerschaft ausschliesslich genossen; die Hindus und die Chinesen nehmen zu dem Reis, obwohl sie ihn in unglaublicher Menge verzehren, Fische, Bohnen, Erbsen, einen aus letzteren bereiteten Käse etc.; der Italiener isst zu der Polenta trockenen Käse. der Irländer und der Norddeutsche zu den Kartoffeln Häringe oder saure Milch.

Das Bier enthält ein Kohlehydrat in sehr günstiger Form; das Bier ist des Eiweissmangels halber keine Nahrung, wohl aber ein treffliches wenn auch recht theures Nahrungsmittel, von welchem man jedoch 13 Liter aufnehmen müsste, um den Kohlenstoffbedarf für einen Tag zu liefern, welche Quantität allerdings von manchen wackern Trinkern schon erreicht worden ist.

Fett und Kohlehydrate ersetzen sich in ihrer Wirkung in Beziehung der Verhütung des Fettverlustes des Körpers, aber nicht in derjenigen Menge in welcher sie Sauerstoff zu ihrer Ueberführung in Kohlensäure und Wasser in Anspruch nehmen (10 : 24), wie man geglaubt hat, sondern, wie die Versuche am Thier ergeben haben, in dem Verhältniss von 10 : 17. Der Bedarf an Sauerstoff zur vollständigen Verbrennung ist nicht das Maass für die gegenseitige Ersetzung der einzelnen Stoffe im Organismus, so wenig wie in einem Ofen von bestimmter Construction, für den man auch nicht einfach aus dem Verbrauch an Holz auf den an Steinkohlen rechnen kann, weil dafür die Construction des Ofens das Bestimmende ist. Die einen

mischen ihre Nahrung aus Eiweiss und Fett, die andern aus Eiweiss und Kohlehydraten. Die richtige Menge des einen oder andern dieser stickstofffreien Nahrungsstoffe in unserer Nahrung wird aus dem Späteren klar werden.

Der Verbrauch an den einzelnen Stoffen im Körper ist nun nicht stets der gleiche, sondern ein verschiedener je nach der Zusammensetzung des Körpers und den Umständen unter denen er lebt; dem entsprechend muss auch die Zusammensetzung der Nahrung, welche den Körper auf seinem Bestand erhalten soll, d. i. das Verhältniss der einzelnen Nahrungsstoffe zu einander, sehr verschieden sein. Arbeitet ein Mensch, der sich mit einer bestimmten Eiweissmenge auf seinem Gehalt an Eiweiss erhält so wird viel mehr Fett in ihm zerlegt als bei der Ruhe; ein Kind braucht zum Wachsthum seiner Organe verhältnissmässig mehr Eiweiss; um Eiweiss und Fett wie bei der Mästung zu möglichst reichlichem Ansatz zu bringen, muss die Zufuhr von Eiweiss und Fett ansetzenden und schützenden Nahrungsstoffen eine ganz bestimmte sein, zu viel oder zu wenig von dem einen oder anderen Stoff ändert in ungünstiger Weise das Resultat.

Durch die Untersuchungen über den wechselnden Verbrauch und Bedarf der einzelnen Nahrungsstoffe in verschiedenen Fällen ist das Geheimniss des richtigen Verhältnisses der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien Stoffen in der Kost aufgeklärt. Es muss dieses ein anderes sein je nach der Zusammensetzung des Körpers, dem Grade der Arbeitsleistung etc., und es ist falsch wenn man meint, dasselbe soll für den Menschen stets 1 : 5 sein. Ein und derselbe Arbeiter zeigte z. B. nach dem Verbrauch von Substanz berechnet unter sonst ganz gleichen Bedingungen an 2 aufeinanderfolgenden Tagen, bei Ruhe ein Verhältniss von 1 : 3.5, bei Arbeit von 1 : 4.7.

In dieser Beziehung wird sehr viel gefehlt; die einen führen zu viel Eiweiss, die anderen zu viel Fett und Kohlehydrate zu. Es kann das gleiche Resultat, die Erhaltung des stofflichen Bestandes eines Organismus auf mannichfache Weise, d. h. bei einer verschiedenen Mischung und Menge von Nahrungsstoffen, erreicht werden, wie die Ernährungsart der verschiedenen Völkerschaften und Individuen darthut. Aber nur ein Fall aus den mannichfachen Möglichkeiten ist für den jeweiligen Körperzustand der richtige; diess ist derjenige, bei welchem mit den geringsten Mitteln und am besten der Effect erreicht wird.

Wir suchen in den Nahrungsmitteln zunächst die geringste Menge von Eiweiss zu geben, bei welcher eben der Eiweissgehalt des Körpers erhalten wird, und setzen dann in Fetten und Kohlehydraten so viel zu

um den Fettverlust vom Körper zu verhüten. Diess gibt uns dann das für den betreffenden Körperzustand richtige Verhältniss der stickstoffhaltigen und stickstoffreichen Nahrungsstoffe. Um diesen Zweck zu erreichen, mischen wir unsere Nahrung aus allerlei Nahrungsstoffen und Nahrungsmitteln des Thier- und Pflanzenreiches zusammen, aus Fleisch, Brod, Milch, Gemüsen, Fett etc.

Welche Mengen der Nahrungsstoffe wir dazu nöthig haben, soll bei Betrachtung der speciellen Fälle angegeben werden.

3.

Es ist noch nicht ausreichend die nothwendigen Nahrungsstoffe in allerlei Nahrungsmitteln in richtiger Menge zu verzehren, es müssen dieselben auch von dem Darm aus in die Säfte übergehen können, wenn sie uns zu gut kommen sollen. Es ist daher eine weitere Anforderung, welche an unsere Kost gestellt wird, dass sie in dem Darm resorbirt wird, und diesem sowie dem übrigen Körper zu ihrer Bewältigung nicht zu viel Last und Arbeit aufbürdet oder anderweitige Schädlichkeiten bereitet.

Es könnte z. B. nach dem bis jetzt Gesagten Jemand auf den Einfall kommen einem Menschen Heu vorzusetzen und ihm darin die nöthigen Nahrungsstoffe in gehöriger Menge und dem richtigen Verhältniss darzubieten, und doch wäre das Heu für den Menschen keine Nahrung, weil aus dem Heu von dem menschlichen Darm die in für ihn unlöslichen Cellulose-Hüllen eingeschlossenen Nahrungsstoffe nur zum geringsten Theil ausgelaugt werden.

Man muss sich also durch Versuche an verschiedenen Menschen, durch sogenannte Ausnützungsversuche, vorerst überzeugen, ob denn die in den angeblichen Nahrungsmitteln enthaltenen Nahrungsstoffe auch im Darm verwerthet werden und in welcher Menge und Zeit diess geschieht. Man erhält dabei manche unerwartete Aufschlüsse, und erfährt, dass ein grosser Unterschied darin besteht, in welcher Form die Nahrungsstoffe dem Darm dargeboten werden.

Die animalischen und die vegetabilischen Nahrungsmittel enthalten im grossen Ganzen die gleichen Nahrungsstoffe, aber es besteht in der Mehrzahl der Fälle eine gewaltige Differenz in der Ausnützung im Darm, und darin liegt auch der Hauptunterschied der Nahrungsmittel aus dem Thier- und Pflanzenreich in ihrem Verhalten zur Ernährung.

Das Eiweiss wird aus animalischen Nahrungsmitteln, z. B. aus Fleisch, Milch, Eiern etc., leicht, bis zu einer gewissen Grenze vollständig und in kurzer Zeit aufgenommen; der darnach in sehr geringer Menge entleerte

Koth enthält kein Eiweiss mehr. Ebenso ist es mit dem dargereichten Zucker; ähnlich mit dem Fett, das bis zu einer bestimmten Grenze ebenfalls leicht resorbirt wird und dann nur in geringer Menge im Koth erscheint.

Ganz anders verhalten sich dagegen die meisten vegetabilischen Nahrungsmittel, welche im Allgemeinen das Eiweiss neben einer bedeutenden Menge von Stärkemehl, zum Theil in schwer zugänglichen Gehäusen aus Cellulose eingeschlossen, enthalten. Meist wird dabei eine ansehnliche Quantität von Koth entleert, der noch viel unverwendetes Eiweiss und Stärkemehl enthält. Diess rührt beim Menschen zum grössten Theil daher, dass das Stärkemehl in saure Gährung übergeht, und der Dünndarm dann rasch entleert wird, also die Zeit zur gehörigen Verwerthung nicht gegeben ist. Nimmt ein Mensch in vegetabilischen Nahrungsmitteln nur so viel Eiweiss, Aschebestandtheile, Wasser und Stärkemehl auf, als der Körper an diesen Stoffen eben nöthig hat, so wird ein Theil derselben im Koth wieder entfernt, und das Resorbirte reicht also zur Erhaltung des Körpers nicht hin. Erhält man durch Mehraufnahme den Körper schliesslich auf seinem Bestand, so wird viel sonst noch brauchbare Substanz mit dem Koth abgegeben. Es ist diess unläugbar eine Verschwendung von Nahrungsstoffen.

Nach den in meinem Laboratorium von Dr. Ad. Mayer ausgeführten Untersuchungen werden bei Aufnahme von 736 Gramm Semmel 20 Procent Eiweiss und 6 Procent Stärkemehl im Koth wieder entfernt; bei Aufnahme von 757 Gramm Pumpernickel 42 Procent Eiweiss und 19 Procent Stärkemehl.

Ein Mann erhielt von Dr. Fr. Hofmann täglich 1000 Gramm Kartoffeln, 207 Gramm Linsen und 40 Gramm Brod mit 14.7 Gramm Stickstoff zugeführt, worauf er im Koth 24 Procent der trockenen Kost und 47 Procent des darin verzehrten Stickstoffs ausschied. Als derselbe Mann in animalischer Kost ebenso viel Stickstoff und statt des Stärkemehls sein Aequivalent Fett bekam, nämlich 390 Gramm Fleisch und 126 Gramm Fett, enthielt der Koth nur 17 Procent des verzehrten Stickstoffs und wurde trotz gleicher Eiweissmenge der Zufuhr doppelt so viel Eiweiss im Darm resorbirt.

Um durch Vegetabilien die nöthigen Nahrungsstoffe zuzuführen, z. B. durch Brod, Kartoffeln, Reis, Mais etc., braucht man gewöhnlich ein ungleich grösseres Volumen als bei animalischen Nahrungsmitteln, und zwar desshalb, weil das Aequivalent des Stärkemehls nahezu doppelt so gross ist als das des Fettes und weil man von dem ersteren des massigen Kothes halber mehr nöthig hat.

Die grosse Masse der Vegetabilien bringt häufig weitere Beschwerden

für den Darm und den übrigen Körper mit sich. Nur ein ganz gesunder Darm kann die stark sauren Massen bewältigen; Jedermann weiss, dass ein schwächlicher Darm Schwarzbrod oder Kartoffeln am wenigsten zu ertragen vermag; der Mehlbrei ruft bei Kindern durch die saure Gährung des Stärkemehls so leicht Darmkatarrh und unstillbare Diarrhöen hervor. Die Verdauung der pflanzlichen Nahrung erfordert einen viel complicirteren und längeren Darm und mehr Zeit.

Vom Brod müsste ein robuster Mensch mindestens 1430 Gramm verzehren, um den Eiweissbedarf zu decken, und wenn man die Kothentleerung mit in Rechnung bringt (nach Mayer 22 Procent Stickstoffverlust) etwa 1750 Gramm. Eine solche Quantität Brod können die wenigsten Menschen, der grossen Masse halber, verzehren, obwohl Viele im Stande sind die entsprechende Menge von Mehl in verschiedenen Mehlspeisen zuzuführen. Dr. Mayer hat es im Maximum auf 817 Gramm Brod im Tag gebracht. Ein Setzen auf Wasser und Brod kommt daher dem allmählichen Verhungern gleich.

Noch viel schlimmer als mit dem Brod ist es mit den so viel gepriesenen Kartoffeln. Um mit ihnen (neben etwas Eiweiss in Häringen oder Buttermilch) den Körper zu erhalten, braucht man bis zu 5000 Gramm oder 10 Pfund. Neben der kolossalen Verschwendung an Nahrungsstoffen durch die schlechte Ausnützung ist die dadurch dem Körper zugemuthete Last eine ungeheuere. Die grösstentheils von Kartoffeln sich nährenden Irländer oder die arme Bevölkerung mehrerer Gegenden Norddeutschlands bleiben nichts desto weniger schlecht genährt, haben Hängebäuche, sind zu keiner strengen Arbeit befähigt, und widerstehen krankmachenden Einflüssen nur wenig. Die Kartoffel ist ein vorzügliches Nahrungsmittel für den Menschen, aber die Versuche sie ausschliesslich d. h. als Nahrung, zu benützen, haben zu den verderblichsten Folgen geführt.

Leider sind die Ausnützungsversuche am Menschen noch nicht in genügender Zahl durchgeführt, obwohl sie von so grosser Wichtigkeit wären. Die Leguminosen (Erbsen, Linsen und Bohnen) sind sehr reich an Eiweiss; man hat aber kein Recht sie als Eiweissträger zu preisen, bevor nicht durch Ausnützungsversuche bekannt ist in welcher Menge das Eiweiss daraus ausgezogen wird. Man hat sich, nur gestützt auf die chemische Analyse und ohne den thierischen Organismus zu befragen, schon den gröbsten Täuschungen über den Werth einer Substanz als Nahrungsmittel hingegeben. Man hat z. B. gemeint das Brod von ganzem Korn wäre ungleich nahrhafter als das aus Mehl ohne Kleie, da das

ganze Korn mehr Stickstoff und mehr Asche enthalte; jeder Versuch am Menschen und Thier lehrt aber gerade das Gegentheil, nämlich dass das Brod vom ganzen Korn mehr Koth macht und weniger ausgenützt wird, ganz abgesehen davon, dass der Körper im feineren Mehl ohne Kleie mehr als genug Aschebestandtheile empfängt.

Es ist am besten die Kost des Menschen aus animalischen und vegetabilischen Substanzen zu mischen. Wir haben dargethan, dass fettarmes Fleisch allein keine richtige Nahrung für uns ist, da nur die wenigsten so viel ertragen können, als dazu nöthig ist. Setzen wir zu der Fleischportion die uns die genügende Menge Eiweiss giebt, so viel Fett hinzu um den Fettverlust vom Körper aufzuheben, so braucht man von diesem ebenfalls mehr als die meisten Menschen zu resorbiren vermögen. Brod, Reis, Mais, Kartoffeln oder Gemüse sind aus den schon angegebenen Gründen auch keine richtige Nahrung; man ist recht wohl im Stande sich die Nahrung im gehörigen Verhältniss der Nahrungsstoffe für manche Zwecke nur aus Substanzen vegetabilischen Ursprungs zu mischen, z. B. aus dem Mehl der Getreidearten, aus welchem man die verschiedensten Speisen (Nudeln, Knödel, Schmarrn, Spätzeln) bereitet, mit Zusatz der eiweissreichen Leguminosen und von Fett, aber eine solche rein vegetabilische Kost setzt immer einen gesunden Darm voraus und mancht manche Schwierigkeiten, so dass selbst die sogenannten Vegetarianer sich den Genuss von Milch, Käse, Butter, Honig etc, welche doch aus dem Thierreiche stammen, nicht versagen. Die Bestrebungen der Vegetarianer sind aber trotz ihrer Einseitigkeit ein ganz heilsamer Rückschlag gegen die früheren Irrlehren, nach denen das Eiweiss allein nahrhaft sein und das eiweissreiche Fleisch uns vor Allem Kraft geben soll.

Grössere Leistungen lassen sich jedoch mit Vegetabilien allein, ohne Zusatz von Fleisch und Fett, kaum ausführen, oder wenigstens nicht so, dass die Kost in diesem Fall eine richtige Nahrung genannt werden kann. Ein starker Arbeiter braucht viel Eiweiss zur Erhaltung seiner bedeutenden Muskelmasse und eine gewaltige Menge stickstofffreier Substanz zur Verhütung des Fettverlustes. Er kommt nun dabei an die Grenze wo aus Mehl und anderen Vegetabilien nicht mehr Eiweiss und Stärkemehl aufgenommen werden kann. Man fügt desshalb Substanzen zu, wie z. B. Fleisch, aus welchen weiteres Eiweiss noch leicht ausgelaugt wird, und Fett, um nicht so viel Stärkemehl zuführen zu müssen. Daher bemerkt man im Allgemeinen, dass die Kost um so reicher an Fleisch und an Fett wird, je grösser die Arbeitsleistung ist. Es gibt allerdings Beispiele, wo auch ohne Fleischgenuss eine tüchtige Arbeit ausgeführt wird. Die

Knechte auf dem Gute Laufzorn von Professor H. Ranke erhalten seit hundert Jahren täglich etwa 143 Eiweiss, 108 Fett und 788 Kohlehydrate, vorzüglich in der Form von Mehl und Schmalz, wie es in ganz Oberbayern und einem Theil von Schwaben unter der Landbevölkerung üblich ist; sie müssen die ganz enorme Menge von 788 Stärkemehl verzehren um das nöthige Eiweiss zu erlangen, was nur einem sehr kräftigen Darm zugemuthet werden darf und gewiss keine ganz richtige Ernährungsweise im Allgemeinen ist. Aehnlich ist es mit der Kost der Holzknechte in Reichenhall und Oberaudorf, welche Fleisch nicht mit in die Berge führen können und sich daher mit Mehl, Brod und Schmalz begnügen müssen.[1])

Man soll daher nur so viel Eiweiss und Stärkemehl in Vegetabilien aufnehmen als ohne Beschwerden für den Körper möglich ist; bei reichlicherem Bedarf wird durch einen mässigen Zusatz von Fleisch der Zweck besser erreicht, und ebenso durch Ersetzung der grösseren Menge Stärkemehl durch Fett. Auf das Fett ist namentlich bis jetzt viel zu wenig Rücksicht genommen worden, indem man einfach das Stärkemehl als Aequivalent desselben betrachtet hat, ohne zu bedenken, dass diess nur in gewissen Grenzen der Fall ist. Die bessere Kost des Menschen (die geschmalzene) enthält daher stets reichlich Fett, und zwar um so mehr, je intensiver gearbeitet wird; die Aermeren sind allerdings häufig genöthigt auch in dieser Beziehung ihrem Körper grössere Zumuthungen zu machen. Diejenigen, welche an die meist grösseren Massen der Vegetabilien gewöhnt sind, täuschen sich leicht über den Nährwerth einer weniger voluminösen Kost; sie beurtheilen nach der Anfüllung ihres Magens und dem trügenden Gefühl der Sättigung den Werth einer Nahrung, und sie verspüren ein Hungergefühl sobald ihr Magen bei einer bessern und compendiösern Kost nicht mehr so stark angefüllt wird. Dieser Umstand hindert häufig die Einführung einer bessern Ernährungsweise. Ein Irländer klagt über Hunger, wenn er sich statt mit 10 Pfund Kartoffeln mit einem geringeren Volumen gemischter Nahrung erhalten soll; die gefangenen russischen Soldaten in der Krim, welche an die grossen Mengen des russischen schwarzen Soldatenbrodes gewohnt waren, vermochten sich an der gemischten Kost der Franzosen nicht zu sättigen. Die gleiche Erfahrung macht man an den für den Militärdienst ausgehobenen Bauern-

1) Nach den Angaben von Liebig (über Gährung S. 117) verzehrt ein Holzknecht in Reichenhall im Tag in Schmalz, Mehl und Brod (ob er nicht auch Milch oder Käse erhält?): 112 Eiweiss, 309 Fett, 691 Kohlehydrate. Ein Holzknecht in Oberaudorf (Liebig, Reden und Abhandlungen S. 121): 135 Eiweiss, 208 Fett und 876 Kohlehydrate.

pferden, welche sich ebenfalls an die Ersetzung einer Portion Heu durch weniger Raum einnehmenden Haber erst gewöhnen müssen.

Nach dem Gesagten erhellt auch die grosse Bedeutung der öfteren Mahlzeiten im Tag. Ein fleischfressendes Thier ist im Stande seine volle Nahrung für einen ganzen Tag in wenigen Minuten zu verschlingen, der Pflanzenfresser kaut eigentlich fortwährend an seinem Futter herum. Der Mensch vermag nicht seine tägliche Nahrung auf einmal einzunehmen, da dem Darm dadurch zu viel Last zugemuthet würde. Bei vorwiegend animalischer Kost könnten zwar weniger Mahlzeiten gehalten werden, aber wir suchen auch durch die öftere Aufnahme der Speisen die Zersetzungen mehr gleichmässig und je nach Bedarf zu vertheilen. Die Eintheilung der Mahlzeiten und die Vertheilung der Nahrungsstoffe auf dieselben darf nicht eine beliebige und willkürliche sein, sondern muss sich nach der Art der Kost, nach der Art und Grösse der Arbeit und anderen Umständen richten. Eine falsche Vertheilung rächt sich sicherlich an der Gesundheit des Menschen.

Wir sagen also jetzt: dasjenige Gemisch aus Nahrungsstoffen und Nahrungsmitteln, welches den Körper mit der geringsten Menge der einzelnen Nahrungsstoffe auf seinem Bestand erhält, und dabei denselben so wenig als möglich schädigt und abnützt, das ist für einen bestimmten Fall die richtige Nahrung.

4.

Wir haben noch eine weitere und letzte Anforderung an die Kost des Menschen zu machen, deren grosse Bedeutung bis jetzt kaum gewürdigt worden ist. Man hat gemeint, wenn genügend für Nahrungsstoffe gesorgt sei, dann habe der Körper auch eine Nahrung. Diess ist aber nicht der Fall; es müssen noch andere Stoffe, welche nichts zu thun haben mit der Erhaltung des stofflichen Bestandes unseres Leibes, die sogenannten Genussmittel, hinzukommen.[1]) Würde man uns ein Gemisch von Eiweiss, Fett, Stärkemehl, Wasser und Aschebestandtheilen vorsetzen, alle Nahrungsstoffe in gehöriger Quantität darbietend, wir würden es nur im Falle der äussersten Noth verzehren und für gewöhnlich verweigern es zu essen, weil es geschmacklos ist. Man hat in einem Gleichniss die Wirkung der Genussmittel mit der der Schmiere an den Maschinen verglichen, aus der weder die Maschinentheile hergestellt sind noch die

1) Voit, über die Unterschiede der animalischen und vegetabilischen Nahrung, die Bedeutung der Nährsalze und der Genussmittel; Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften in München, 1869 Bd. 2 S. 516.

Kraft für die Bewegung derselben abstammt, die aber den Gang leichter vor sich gehen macht. Auf eine solche Weise leisten auch die Genussmittel für die Processe der Ernährung und andere Vorgänge im Körper unentbehrliche Dienste, obwohl sie nicht im Stande sind den Verlust eines Stoffes vom Körper zu verhüten.

Um Missverständnisse zu vermeiden, will ich gleich angeben, dass ich zu den Genussmitteln nicht nur die meist ausschliesslich darunter verstandenen, den Kaffee, den Thee, die alkoholischen Getränke, den Tabak etc., zähle, sondern auch, und zwar vorzüglich, alle diejenigen Stoffe, welche unseren Speisen den ihnen eigenthümlichen Geschmack und Geruch verleihen. In diesem Sinne gibt es keine Speise ohne Genussmittel, und hat die vegetabilische Kost ebenso ihre Genussmittel wie die animalische. Häufig entstehen gewisse Genussmittel erst durch die Art der Zubereitung der Speisen, wie z. B. die schmeckenden Substanzen beim Braten des Fleisches.

Man hält für gewöhnlich, im Gegensatze zu den Nahrungsmitteln, die Genussmittel nicht für nothwendig, sondern für entbehrlich, da sie uns nur gewisse Annehmlichkeiten bereiteten. Diese Auffassung ist nur dann richtig, wenn man zu den Genussmitteln ausschliesslich die eben genannten Pflanzenaufgüsse oder die alkoholischen Getränke rechnet. Darum hat man bis jetzt die wahre Bedeutung der Genussmittel ganz übersehen, welche ebenso gross für die Ernährung ist als die der Nahrungsstoffe. Denn eine Speise ohne Genussmittel, ein geschmackloses oder uns nicht schmeckendes Gemische von Nahrungsstoffen, wird nicht ertragen, es bringt Erbrechen und Diarrhöen hervor. Die Genussmittel machen die Nahrungsstoffe erst zu einer Nahrung; nur ein gewaltiger Hunger macht die Begierde so gross, dass die Genussmittel übersehen werden, ja dass sonst Ekelhaftes uns angenehm erscheint.

Diese Genussmittel haben eine weittragende Bedeutung für die Vorgänge der Verdauung und Ernährung. Schon die Vorstellung oder der Anblick eines uns angenehmen Gerichtes macht, dass uns, wie man sagt, das Wasser im Munde zusammenläuft, d. h., dass die Speicheldrüsen reichlich Saft absondern, welcher gewisse Nahrungsstoffe umwandelt und sie für die Aufnahme in die Säfte vorbereitet. Das gleiche lässt sich für die Magensaftdrüsen darthun; man kann an Hunden mit künstlich angelegten Magenfisteln zeigen wie plötzlich an der Oberfläche Saft hervorquillt, wenn man den nüchternen Thieren ein Stück Fleisch vorhält, ohne es ihnen zu geben; vom Magen aus setzt sich die Wirkung weiter zu den Drüsen und Blutgefässen des Darms fort. Erscheint uns dagegen

eine Speise nicht begehrenswerth und appetitlich, so treten jene Erscheinungen nicht mehr ein, und erfolgen Störungen in der Verdauung.

Darum enthalten alle unsere Speisen Genussmittel, gewisse schmeckende Stoffe, die uns dieselben angenehm machen und uns den Appetit erregen. Jeder Mensch, und sei er auch der Dürftigste, erfreut sich am Wohlgeschmack seines, wenn auch einfachen oder kärglichen Mahles; ein Verlust des Geschmacksinnes soll einen unerträglichen Zustand hervorrufen. Man gibt für die Beschaffung dieser nothwendigen Genüsse häufig mehr aus als für die der Nahrungsstoffe. Schon der Geruch einer Speise vermag Dienste zu thun, sowie das Riechen mancher Stoffe einem der Ohnmacht Nahen wieder aufhilft. Es ist allerdings richtig, dass die Ansprüche an die Genussmittel sehr verschieden sind und dass hierin eine unnatürliche Verfeinerung angewöhnt werden kann.

Wenn man eine, Anfangs recht wohlschmeckende Speise in zu grosser Menge oder zu oft hinter einander vorgesetzt erhält, so stumpft sich die Empfindung dafür ab, und sie schmeckt uns nicht mehr oder widert uns sogar an; sie hört auf ein Genuss für uns zu sein. Je ausgesprochener und intensiver der Geschmack einer Speise ist, desto rascher widert sie uns an. Darum können wir nur wenige Speisen täglich und in grösserer Quantität geniessen, wie z. B. unser täglich Brod, das uns neben anderen Nahrungsmitteln stets eine willkommene Zuthat ist; ein süsser Kuchen, wenn er auch Eiweiss und Kohlehydrate in derselben Menge liefert, könnte die Stelle des Brodes nicht ersetzen.

Darin liegt das Geheimniss der lange nicht verstandenen Bedeutung der Abwechslung in der Kost, die uns einen Wechsel in den Genussmitteln bringen soll, während man früher diese Abwechselung häufig für geboten hielt um uns alle die nöthigen Nahrungsstoffe zuzuführen.

Aus den gleichen Nahrungsstoffen und Nahrungsmitteln bereiten wir uns desshalb auch verschiedene Gerichte. Es gibt z. B. Menschenclassen welche vorwaltend vom Mehl der Getreidearten leben; aber sie geniessen dieses Mehl nicht lediglich in der Form von Brod, sondern sie verwenden es ausserdem zur Bereitung von Nudeln, Schmarrn, Knödeln, Spätzeln etc.

Bei der Herstellung der Nahrung für den Menschen ist also die Zufügung der Genussmittel und die gehörige Abwechselung in der Kost wohl zu beachten. Ich weiss von Personen, welche ihr einfaches Mahl in Gasthäusern zu sich nehmen, dass sie, wenn sie auch Anfangs ganz wohl zufrieden waren, doch genöthigt sind von Zeit zu Zeit das Gasthaus zu wechseln, da in jedem die Speisen in allzu gleichförmiger Weise zubereitet werden.

Das Erforderniss des Wechsels in den Genussmitteln erstreckt sich

sogar auf eine einzige Mahlzeit, namentlich auf die Hauptmahlzeit zu Mittag. Wir geniessen aus diesem Grunde gewöhnlich mehrere Gerichte hinter einander: Suppe, Fleisch und Gemüse mit verschiedenem Geschmack. Wir wären wohl kaum im Stande so viel von einer einzigen Speise zu verzehren als es für unser Bedürfniss an Nahrungsstoffen nöthig ist, da wir bald an dem gleichen Geschmack den Appetit verlieren.

So haben alle unsere seit Jahrtausenden eingebürgerten Gebräuche ihren guten Grund; nur gelingt es gewöhnlich erst spät ihn zu erkennen.

Ich habe hiemit die Anforderungen an die Kost des Menschen, soweit sich diess in Kürze nach unseren jetzigen Kenntnissen thun lässt, auseinandergesetzt. Wir mischen uns nach diesen Principien unsere Nahrung aus den verschiedensten Nahrungsmitteln unter Zusatz von Genussmitteln zusammen. Diejenige wohlschmeckende Nahrung, welche den Anforderungen streng genügt, d. h. welche die für einen bestimmten Fall gerade erforderliche Quantität der einzelnen Nahrungsstoffe in richtiger Mischung zuführt und dabei den Körper so wenig als möglich belastet, ist für diesen Fall die richtige Nahrung oder das Ideal der Nahrung.

Wir weichen häufig von diesem strengen Ideal in etwas ab; unser Körper besitzt glücklicherweise Ausgleichungen dafür durch Zerstörung des überschüssigen Eiweisses, der Fette, der Kohlehydrate, oder durch Ansatz von Eiweiss und Fett. Aber diess darf nicht zu weit und nicht zu lange Zeit hindurch geschehen, wenn nicht eine Schädigung der Gesundheit eintreten soll.

Da die Zersetzungen im Körper je nach der Individualität und den Umständen verschieden sind, und eigentlich jeder Mensch für einen gewissen Tag einen speciellen Fall mit anderen Bedingungen darstellt, so muss auch demgemäss die Nahrung eine verschiedene sein.

Es fragt sich daher jetzt, wenn wir von der allgemeinen Betrachtung zu den einzelnen Fällen übergehen, wie sich unter diesen speciellen Umständen die Vorgänge im Körper gestalten und welche Mengen der einzelnen Nahrungsstoffe man zuzuführen hat.

Es ist nach Erlangung solcher Kenntnisse nicht mehr schwierig die richtige Kost aus den uns zu Gebote stehenden Materialien zusammenzusetzen; ich habe diess für Arbeiter, Soldaten, Volksküchen und Waisenhäuser schon gethan. Es würde zu weit führen das Verfahren dabei hier näher zu erörtern; ich verweise in dieser Beziehung auf die Auseinandersetzungen die ich anderweit schon gemacht habe und demnächst noch machen werde. Ebensowenig kann ich auf alle die Einzelheiten in jedem

Fall eingehen; ich hebe nur die hauptsächlichsten Punkte, auf welche es vor allem ankommt, hervor; ich möchte namentlich auf einige sich bitter rächende Fehler, welche bei Festsetzung der Kostsätze häufig gemacht werden und sich leicht beseitigen lassen, aufmerksam machen.

Wir sehen bei den folgenden Betrachtungen, der Einfachheit halber, von der Zufuhr des Wassers ganz ab, da dieser Nahrungsstoff in den meisten Fällen frei zur Verfügung steht. Ebenso sehen wir ab von der Zufuhr der Aschebestandtheile, weil diese in unseren gewöhnlichen Nahrungsmitteln in genügender Menge vorhanden sind und man nur in ganz besonderen Fällen eigens für sie zu sorgen braucht. Wir vernachlässigen auch die stickstofffreien Stoffe, ausser den Fetten und Kohlehydraten, da dieselben in unserer Nahrung in zu geringer Menge vorkommen, und endlich auch die übrigen stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe ausser dem Eiweiss, wie z. B. den Leim, da auch diese gewöhnlich nur einen kleinen Bruchtheil der Bestandtheile unserer Nahrung ausmachen. Wir beschränken uns daher darauf, anzugeben wie viel an Eiweiss, an Fett und an Kohlehydraten in jedem einzelnen Falle nöthig ist.

I. Kost für einen Arbeiter.

Ich halte es für nöthig, zuerst anzugeben, wie viel ein Arbeiter an Eiweiss, Fett und Kohlehydraten zu seiner Erhaltung täglich aufnehmen muss. Wir gewinnen dadurch ein Normalmaass für einen mittleren Menschen und können dann die Abweichungen davon leicht anreihen.

Der kräftige Arbeiter, welchen Pettenkofer und ich untersuchten, zersetzte täglich:

	bei Ruhe	bei Arbeit
Eiweiss	137	137
Fett	72	173
Kohlehydrate	352	352
Kohlenstoff	283	356.

Dr. J. Forster fand in der aufgenommenen Nahrung folgende Mengen der Nahrungsstoffe:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Arbeiter	133	95	422
Arbeiter	131	68	494
Junger Arzt	127	89	362
Junger Arzt	134	102	292

Als Mittelwerth aus einer grösseren Anzahl von Beobachtungen habe ich für einen Arbeiter 118 Gramm Eiweiss und 328 Gramm Kohlenstoff

als Erforderniss angegeben; es sind also, da 118 Gramm Eiweiss schon 63 Gramm Kohlenstoff enthalten, noch 265 Gramm Kohlenstoff durch Fett oder Kohlehydrate zu decken. Wollte man diese Kohlenstoffmenge ausschliesslich in Kohlehydraten geben, so müssten 597 Gramm Stärkemehl verzehrt werden, von Fett dagegen 346 Gramm. Diese Betrachtung ist zwar nicht ganz richtig, da es nicht lediglich auf den Gehalt an Kohlenstoff ankommt, sondern auch darauf in welchen Stoffen derselbe steckt, und da der Kohlenstoff im Fett mehr werth ist als der in den Kohlehydraten; aber man ersieht doch daraus, dass der Zusatz von Fett allein oder von Stärkemehl allein zum Eiweiss nicht rationell wäre, weil, wie ich vorher schon erwähnt habe, nur die Wenigsten so viel Fett oder so viel Stärkemehl resorbiren können. Bei grösserer Arbeitsleistung, bei welcher immer mehr stickstofffreie Substanz zerstört wird, gestaltet sich die Sache nach den früheren Mittheilungen noch schlimmer.

Nach meinen Erfahrungen soll man bei Arbeitern nicht über 500 Gramm Stärkemehl hinausgehen, da eine grössere Menge vom Darm nur schwer verwerthet wird und dabei noch andere Unzukömmlichkeiten eintreten. Der Rest des Kohlenstoffes wird dann durch Fett gedeckt, und zwar bei 500 Stärkemehl durch 56 Fett. Diess ist das Maximum von Stärkemehl und das Minimum von Fett, das nach meiner Ansicht ein Arbeiter verzehren soll; ich halte es sogar für besser nur gegen 350 Kohlehydrate zu geben und den übrigen Bedarf in Fett zu reichen [1]).

Man gab sich früher, verleitet durch falsche Voraussetzungen, grossen Täuschungen über die für einen Arbeiter nöthigen Nahrungsstoffe hin. Man hatte nämlich die Idee, dass bei der Thätigkeit der Muskeln die organisirte eiweisshaltige Substanz derselben, entsprechend der Anstrengung, zerstört werde, und dass daher ein Mann bei der Arbeit mehr Eiweiss zersetze und also auch mehr Eiweiss in der Nahrung bedürfe als bei der Ruhe, oder dass ein und derselbe Arbeiter je nach der Grösse der Arbeit Eiweiss erhalten müsse. Man wurde in der Richtigkeit dieser Schlussfolgerung bestärkt durch die Erfahrung, dass wirklich verschiedene Arbeiter, ganz entsprechend dem Grad ihrer Arbeitsleistung, Eiweiss in der Kost

1) Zu ähnlichen Zahlen sind auch Andere durch Berechnung der Nahrungsstoffe in der Kost gekommen:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	
Mann, mittlere Arbeit	120	35	540	Wolff,
Soldat, leichter Dienst	117	35	447	Hildesheim,
Soldat im Felde	146	44	504	Hildesheim,
Mann, mittlere Arbeit	130	40	550	Moleschott.

aufnehmen; hierüber hat vorzüglich Playfair höchst interessante Zusammenstellungen gemacht. Es nehmen auf:

Soldaten im Frieden	126	Gramm	Eiweiss
Arbeiter im Mittel	130	"	"
Londoner Hafenarbeiter	155	"	"
Brauknechte[1]) in München	165	"	"

Nun hat sich aber durch meine Untersuchungen herausgestellt, dass ein Mensch, der stets genau die gleiche Kost erhält, bei der stärksten Arbeit nicht mehr Eiweiss zerstört als bei völliger Ruhe, wohl aber viel mehr Fett. Beim Hunger verhält es sich ebenso, nur werden dabei das Eiweiss und das Fett vom Körper genommen. Man hat sich dieses mit den früheren Anschauungen in directem Widerspruche stehende Resultat gar nicht zurecht legen können.

Man hat gesagt: es widerspreche dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft; denn woher nähme dann der Mensch die Kraft für seine Arbeitsleistung? Man vergass dabei erstens, dass die Arbeit dennoch auf Kosten des zersetzten Eiweisses geschehen könnte, wenn nämlich die frei gewordene lebendige Kraft bei der Ruhe in Wärmebewegung, bei der Thätigkeit in mechanische Leistung überginge, und man vergass zweitens, dass ja eine ansehnliche Mehrzersetzung von stickstofffreien Stoffen alsbald von uns dargethan wurde.

Andere sagten: es widerspreche meine Angabe schon der gewöhnlichen Erfahrung, dass bei körperlicher Anstrengung der Appetit grösser sei. Ich habe jedoch nicht behauptet, dass bei der Arbeit gleich viel zersetzt werde wie bei der Ruhe, sondern nur, dass dabei nicht mehr Eiweiss zersetzt werde; dann ist noch zu bedenken, dass bei Leuten, welche längere Zeit sich nicht mehr körperlich angestrengt haben, in Folge der Bewegung eine Zunahme der Muskeln eintritt und dadurch auch eine Erhöhung des Eiweiss-Bedarfs.

Wieder andere haben gemeint, das von mir Gefundene stehe im Widerspruche mit der eben erwähnten Erfahrung Playfair's, nach

---

1) Nach Liebig's Angabe nimmt ein Brauknecht der Sedlmayr'schen Brauerei zu München während des Sudes bei angestrengtester Thätigkeit in Brod, Fleisch und Bier täglich auf:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Brod	42	—	224
Bier	—	—	375
Fleisch	148	73	—
	190	73	599

welcher von verschiedenen Arbeiterclassen, entsprechend der Arbeitsleistung Eiweiss verzehrt werde. Dieser Widerspruch ist aber nur ein scheinbarer. Die Grösse der Eiweiss-Zersetzung bei einem bestimmten Individuum steht nicht in Beziehung zur geleisteten Arbeit, wohl aber umgekehrt die mögliche Arbeitsleistung zur Grösse der Eiweiss-Zersetzung, insofern als ein kräftigerer und also mehr leistender Arbeiter eine grössere Masse eiweissreicher Organe (namentlich Muskeln) auf ihrem Bestande zu erhalten hat, und desshalb mehr Eiweiss in der Nahrung braucht; er würde aber die gleich grosse Menge zu dem Zweck nöthig haben an einem Tag, an welchem er ruht, z. B. am Sonntag. Würde er an Feiertagen weniger Eiweiss aufnehmen, so würden seine Organe Eiweiss verlieren und den Tag darauf nicht mehr so viel leisten können als vorher.

Ist eine sehr starke Arbeit auszuführen, so unterziehen sich derselben nur ihr gewachsene muskelkräftige Arbeiter, welche dann natürlich zur Erhaltung ihrer grösseren Organ-Masse reichlich Eiweiss zuführen müssen; es werden sich gewiss nicht muskelschwächere Arbeiter melden, die für einige Zeit mehr Eiweiss als bei der geringeren Arbeit verzehren wollen; denn sie würden bald erfahren, dass sie die starke Arbeit trotz des reichlichsten Eiweiss-Verbrauches nicht erzwingen.

Playfair hat durch seine Zusammenstellung nur gezeigt, dass der Muskelschwache sich nicht zu einer starken Arbeit drängt, d. h. dass die Muskelmasse das Maximum der Arbeitsleistung bestimmt und dass Menschen mit einer grösseren Muskelmasse mehr Eiweiss nöthig haben; er hat aber nicht gezeigt, wie die meisten meinen, dass bei der Arbeit des gleichen Individuums unter sonst gleichen Umständen mehr Eiweiss zerstört wird als bei der Ruhe.

Ein schweres Zugpferd, Pinzgauer Race, nimmt in dem Futter mehr Eiweiss auf, als ein kleines Pony. Aber Niemanden wird es einfallen zu behaupten, es geschehe dies weil es stärker arbeitet und es würde in der Ruhe nur so wenig als das kleine Thier brauchen; sondern Jedermann weiss, dass das schwere Pferd der Versorgung der weitaus mächtigeren Muskelmasse halber mehr Eiweiss verzehren muss und mehr zu leisten vermag.

Ebenso muss man den Arbeitern nicht nach Maassgabe ihrer momentanen Arbeit Eiweiss zuführen, sondern vielmehr nach Maassgabe ihrer Muskelmasse und der dadurch bedingten Maximalleistung. Die von einem Menschen im Maximum zu leistende Arbeit entspricht daher der Eiweisszersetzung und dem Eiweissbedarf. Es ist darum auch eine Verschwendung an Eiweiss einem muskelkräftigen Arbeiter eine geringere Arbeit

zu übertragen als seiner Muskulatur entspricht, da er bei gleichem Eiweissverbrauch ungleich mehr zu leisten befähigt wäre.

Die Eiweisszersetzung und die nöthige Eiweisszufuhr hängen also von der zu ernährenden Muskelmasse ab und nicht direct von der Arbeit, welche vielmehr ihrerseits von der Muskelmasse bestimmt wird; es ist für den von anderen Bedingungen beeinflussten Eiweisszerfall ganz gleichgiltig ob diese Muskelmasse arbeitet oder nicht. Dagegen ist bei dem gleichen Individuum die Zerstörung der stickstofffreien Substanzen abhängig von der momentanen Arbeitsleistung. Der von Pettenkofer und mir untersuchte Mann zerstörte bei der gleichen Kost bei Arbeit um 101 Gramm Fett mehr als bei Ruhe.

Die oben angegebenen Zahlen beziehen sich nur auf einen Arbeiter mit mittlerer Leistungsfähigkeit und nicht auf einen intensiv Arbeitenden, welchem etwas mehr Eiweiss (bis zu 150 Gramm), namentlich aber mehr stickstofffreie Substanz, zu geben ist.

Ich habe früher schon gesagt, dass so bedeutende Eiweissmengen sich nicht oder wenigstens nur schwer und unter grosser Belastung des Körpers durch Vegetabilien zuführen lassen; es ist hier ein Zusatz von dem leicht verwerthbaren Fleisch geboten, so zwar, dass bis zu 30 und 50 Procent des nöthigen Eiweisses in dieser Form dargereicht werden.

Die Quantität des Stärkemehls soll bei rationeller Ernährung aus den schon angegebenen Gründen auch bei der intensivsten Arbeit 500 Gramm nicht überschreiten und man gibt dann dazu, je nach der Grösse der Arbeit, 56 bis 200 Gramm Fett. Das gleiche Individuum das durch eine gewisse Eiweisszufuhr seine Muskeln und übrigen Organe erhält und dadurch zu einer bestimmten Leistung befähigt ist, braucht bei der Arbeit mehr stickstofffreie Stoffe als bei der Ruhe, und nicht mehr Eiweiss, wie man nach den früheren Vorstellungen allgemein annahm. Es ist bekannt, welche Menge von Speck der norddeutsche Arbeiter zu sich nimmt, oder welche Menge von Butter er auf sein Brod legt und wie viel Schmalz die süddeutschen Bauernknechte während der Ernte zu den Nudeln oder dem Schmarrn beigebacken erhalten.

Nach unsern jetzigen Erfahrungen legen wir bei dem Arbeiter mehr Werth auf die beständige und reichliche Zufuhr der stickstofffreien Stoffe als der stickstoffhaltigen. Die Gemsenjäger nehmen zu ihren beschwerlichen Wanderungen, zu welchen sie möglichst wenig Ballast brauchen, nicht ein eiweissreiches Nahrungsmittel mit sich, sondern Fett, da dieses während der enormen Anstrengung in grosser Menge vom Körper abgegeben, und bei den ohnehin an Fett nicht reichen Leuten schwerer vermisst

wird, als der beträchtlich geringere Verlust des in viel reichlicherem Maasse am Körper vorhandenen Eiweisses, welches nachträglich sich durch einige reichliche Mahlzeiten bald wieder ersetzen lässt.

II. Kost für die Soldaten.

Ich habe schon vor etwa 15 Jahren auf Anregung und unter lebhafter Unterstützung des leider verstorbenen Herrn Majors Friedel, der schon damals die eminente Wichtigkeit einer richtigen Ernährung des Soldaten für den Krieg klar erkannte, Untersuchungen hierüber angestellt und das Resultat in einem seitdem in den Acten des kgl. bayer. Kriegsministeriums befindlichen Promemoria niedergelegt. Es hätten sich daraus bei weiterer Verfolgung bestimmte Grundsätze für eine richtige Ernährung der Soldaten unter verschiedenen Verhältnissen entwickeln lassen.

Nach dem bereits Mitgetheilten ist es selbstverständlich, dass ein Soldat, ein in dem kräftigsten Alter stehender gesunder Mann, welcher in unsern Zeiten nicht mehr ein beschauliches Leben in der Kaserne führt, sondern in der Garnison zum Kriege vorbereitet wird, mindestens die vorher angegebene Kost eines mittleren Arbeiters erhalten muss. Während der Manöver und im Felde braucht er die Kost eines stark Arbeitenden.

Für den Kriegsdienst sieht man jetzt endlich die Nothwendigkeit einer solchen Anforderung allgemein ein. Noch in den Kriegen zu Anfang unseres Jahrhunderts hat man diess wenig beachtet; man gab dem Manne meistens täglich 1500 Gramm schwarzes Commissbrod und liess ihn für das weitere selber sorgen. Aber man weiss auch, dass die armen Leute bei stärkeren Zumuthungen in erschrecklicher Anzahl marode wurden, und mehr durch Krankheiten litten als durch den Feind. Man hört von alten Militärs noch den Ausspruch: sie hätten mit der schlecht genährten Truppe durch den guten militärischen Geist derselben dennoch bedeutendes geleistet; es ist diess durch eine äusserste Kraftanstrengung bei einem ebenso mangelhaft verpflegten Feinde wohl möglich, aber dann ist auch die Mannschaft fertig und weiter nicht mehr zu gebrauchen, abgesehen davon, dass eine gut genährte ungleich mehr bewirkt hätte. Der militärische Geist ist ebenfalls abhängig von dem Körper.

Das im Leib eines Soldaten sich zersetzende Material liefert die lebendige Kraft, mit der er nach aussen Wirkungen ausübt; der Feldherr verfügt, entsprechend jenen Zersetzungen, in einer Armee über eine gewisse Summe von lebendiger Kraft, ähnlich wie er zur Verstärkung der menschlichen Kraft in dem Schiesspulver einen Vorrath von Spannkraft mit sich führt, die er im geeigneten Augenblick in lebendige Kraft umsetzt und zu

seinen Actionen benützt. Ein Feldherr, der nicht für die ausgiebige Ernährung seiner Soldaten sorgt, begeht einen grösseren Fehler als derjenige, welcher einen ansehnlichen Theil seines Pulvervorrathes mitzunehmen vergisst.

In den neueren Kriegen, in denen es darauf ankommt, den Feind durch Raschheit der Bewegungen zu überbieten und soviel als möglich lebendige Kraft zu einem bestimmten Zeitpunkte zu entwickeln, kann die Bedeutung einer wohlgenährten Armee gar nicht mehr übersehen werden. Eine schlechte und falsch genährte Armee leistet momentan und auf die Dauer nicht das, was eine gut und richtig genährte leistet; durch die grossen Strapazen wird sie bald aufgerieben nnd steht krankmachenden Einflüssen widerstandslos gegenüber.

Es ist hierin glücklicherweise jetzt wesentlich besser geworden. Wenn man aber sieht, welche gewaltigen Mittel aufgeboten und welche geistigen Anstrengungen gemacht werden, um durch eine bessere Bewaffnung und durch eine ausgebildete Taktik das höchste Maass an Leistungsfähigkeit zu erreichen, so wundert man sich doch noch, dass die Ernährung der Truppen, dieses so überaus wichtige Hilfsmittel, nicht in ähnlich exacter Weise wie die übrigen durchgearbeitet worden ist. Sobald man erkennt, dass die Schiesswaffen oder andere Geräthe des Krieges unvollkommen sind, beeilt man sich um jeden Preis Abhilfe zu schaffen; es ist mein Bestreben zu zeigen, dass die Ernährung des Soldaten für den Erfolg von mindestens ebenso grosser Bedeutung ist.

In einer Proclamation des Königs von Preussen, unseres jetzigen Kaisers, nach dem Einrücken der deutschen Truppen in Frankreich vom August 1870, wurden für jeden Soldaten täglich verlangt:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
750 Brod	62	—	331
500 Fleisch	91	49	—
250 Speck	4	236	—
30 Kaffee	—	—	—
60 Tabak oder 5 Stück Cigarren	—	—	—
500 Wein, oder 1000 Bier, oder 100 Branntwein	—	—	—
	157	285	331

Wie man mit hoher Befriedigung ersieht, erhält dadurch der Soldat, entsprechend unseren Anforderungen an eine Kost für stark angestrengte

Menschen, das Maximum an Eiweiss, und zwar einen grossen Theil desselben (58 Proc.) in der Form von Fleisch, dann eine nicht zu grosse Menge von Kohlehydraten und eine bedeutende Quantität von Fett. Es ist diess der Wille des obersten Kriegsherrn; die ganze Militärverwaltung muss also alles aufbieten um diess gegenüber allen Schwierigkeiten, die sich bieten, durchzuführen, und zwar mit demselben Eifer mit dem man die Zufuhr der Munition zur Schlacht betreibt.

Ich habe früher als Nahrung für den Soldaten im Felde vorgeschlagen:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
750 Brod	62	—	331
500 Fleisch (359 ohne Knochen)	72	33	—
67 Fett	—	67	—
150 Gemüse, Reis etc.	11	—	116
	145	100	447

Ich lege grossen Werth darauf, dass nicht zuviel Kohlehydrate und namentlich, dass dieselben nicht in zu grosser Menge in der Form von Brod gereicht werden, wie es früher der Fall war. Als ich mein Promemoria ausarbeitete, wies ich vor allem auf die Schädlichkeit der grossen Brodrationen hin; ich habe damals als Maximum 750 Gramm Brod angegeben, welche Menge auch zu meiner Freude durch die Erfahrung als das höchste Maass anerkannt worden ist. Das berüchtigte Commissbrod, von dem 19 Procent mit 42 Procent Eiweisses im Koth sich wieder finden, ist zum Glück in Deutschland so ziemlich verschwunden, was als ein grosser Fortschritt gegenüber früheren Zeiten anerkannt werden muss.

Es ist, wie früher schon gesagt, nur den wenigsten möglich, mehr Mehl in der Form von Brod zu verdauen und zu verwerthen; wird trotzdem mehr Brod vertheilt, so wird es entweder unverändert mit dem Koth entleert und bringt noch dazu allerlei Störungen im Körper hervor, oder es wird gar nicht gegessen, sondern einfach weggeworfen. Während des oberitalienischen Feldzuges im Jahre 1859 wurde das Brod in Menge in den Gräben der Landstrassen, auf welchen die österreichischen Truppen marschirt waren, aufgefunden; das gleiche beobachtete man bei den Rückzug der Franzosen im Kriege von 1870. Die Herren der grossherzoglich hessischen Leibcompagnie haben sicherlich nicht die 1019 Gramm Brod verzehrt, welche ihnen nach Liebig's Angabe verabreicht wurden; daher rührt auch offenbar die abnorm grosse Menge von Kohlenstoff, welche Liebig für dieselben berechnet hatte.

An Tagen der Uebungen wird nach dem Gebühren-Tarif für den bayerischen Soldaten verlangt:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
250 rohes Fleisch	45	22	—
120 Reis, oder	9	—	94
120 Fadennudeln, oder	14	—	88
150 Graupe, oder	7	—	114
300 Hülsenfrüchte, oder	67	—	175
2000 Kartoffeln	40	—	436
750 Brod	62	—	331
Mittel:	134	22	511

Es ist ersichtlich, dass damit keine rationelle Ernährung möglich ist; 2000 Gramm Kartoffeln und noch dazu 750 Gramm Brod zu verzehren, ist eine kaum lösbare Aufgabe, wie sich leicht jeder durch den Versuch an sich selbst überzeugen kann. Am auffallendsten ist aber die verkehrte Werthschätzung von Reis, Hülsenfrüchten, Kartoffeln, Fadennudeln und Graupen, denn es sind Mengen derselben für äquivalent gesetzt, welche ganz ungleiche Quantitäten von Eiweiss und Stärkemehl enthalten und in ihrem Werth um das siebenfache von einander abweichen. In der Mehrzahl der Fälle ist die Menge des Eiweisses etwas zu gering, im Gegensatz dazu die Menge der Kohlehydrate meist viel zu gross, das werthvolle Fett ist gar nicht benützt.

Der Soldat in der Garnison braucht etwa so viel als ein mittlerer Arbeiter; ich hatte in meinem Promemoria für ihn aufgestellt: [1])

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
750 Brod oder 470 Mehl	62	—	331
230 Fleisch (212 ohne Knochen)	42	23	—
23 Fett	—	33	—
200 Gemüse, Reis etc.	15	—	154
	119	56	485

Leider wird der Verpflegung des Soldaten im Frieden und in der Garnison viel weniger Aufmerksamkeit gewidmet als der im Kriege. Die Soldaten bekommen meist nur eine gewisse Menge von Brod, gewöhnlich 750 Gramm für den Tag, und haben dann für das weitere aus ihrer

1)

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
nach Playfair: Soldat im Frieden	119	40	529
„ „ angestrengt	153	71	566
nach Artmann: Soldat mässig thätig	100	70	420
„ „ angestrengt	125	100	420

Löhnung zu sorgen. Das letztere geschieht so, dass sie sich bataillons- oder compagnieweise gemeinschaftlich den Mittagstisch verschaffen, indem sie selbst das Nöthige einkaufen oder sich gegen eine gewisse Bezahlung einem Lieferanten überlassen.

Nach dem Gebührentarif der Victualienportionen für das kgl. bayerische Heer soll der Mann in der Garnison erhalten:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
150 rohes Fleisch	27	13	—
90 Reis oder	7	—	70
120 Graupe, oder	6	—	91
230 Hülsenfrüchte, oder	32	—	134
1500 Kartoffeln	30	—	327
750 Brod	62	—	331
Mittel:	108	13	486

Gegen diese Aufstellung lassen sich ähnliche Einwendungen machen wie gegen den Tarif für die Uebungen. Der Tarif scheint aber nicht in Ausführung zu kommen, denn ich habe Gelegenheit gehabt zu berechnen, wie viel einzelne Abtheilungen der Soldaten in den Casernen an Nahrungsstoffen in Wirklichkeit erhalten. Es hat sich ergeben, dass wohl zum Theil der Bedarf annähernd erreicht wird, dass aber nicht immer genügend gesorgt ist, namentlich ist die Menge des Eiweisses vielfach zu gering. Entweder kommen dadurch die Leute allmählich herunter, ohne dass sie gerade an Gewicht abzunehmen brauchen, leisten nicht mehr das, was sie sollen, und füllen bei grösseren Anstrengungen die Spitäler, oder sie sind genöthigt, aus eigenen Mitteln sich noch weitere Lebensmittel zu kaufen. Das letztere geschieht nun auch in grösster Ausdehnung, indem in den Marketendereien grosse Quantitäten von Würsten, Käse, besserem Brod, Bier etc. zum Verkaufe kommen. Es ist natürlich, dass dabei die Auswahl nicht immer die passendste ist, und namentlich für Bier und Spirituosen mehr als nöthig ausgegeben wird.

Man hat diess, wie es scheint, für einen Ueberfluss und eine Völlerei gehalten, aber es erweist sich in vielen Fällen als Nothwendigkeit. Auch die ärmsten Eltern sparen nicht selten gerne von dem sauer Erworbenen für die Söhne in der Armee; man sieht, dass diess nicht bloss für Luxuszwecke verbraucht wird, sondern auch theilweise zur Ausgleichung des nöthigen Bedarfs. Der Staat hat, wie kaum jemand bezweifeln wird, die Verpflichtung, den Soldaten zu ernähren; es darf dem letzteren nicht zugemuthet werden, einen Theil der nothwendigen Nahrung aus eigenen Mitteln zu beschaffen, so dass die Angehörigen, neben der Entbehrung

der Kraft der Arme ihrer Söhne, auch noch die Last ihrer theilweisen Erhaltung trifft.

Der Staat hat aber auch noch das grosse Interesse, kräftige Körper der Soldaten heranzuziehen und sie nicht schwach zu machen, denn bei Beginn des Krieges will er über starke Männer verfügen.

In jeder Beziehung wäre es daher das beste, wenn der Staat die volle Verpflegung der Mannschaft in natura übernähme, womit noch nicht gesagt ist, dass dieselbe theurer als jetzt zu stehen käme. Ich bin vielmehr nach meinen Berechnungen überzeugt, dass beim Einkauf im Grossen für dieselben Mittel wie jetzt eine völlig zureichende und richtige Kost für den Soldaten sich beschaffen liesse. Nur so besitzt der Staat die Garantie, dass jeder Soldat eine seinem Körper und den ihm zugemutheten Anstrengungen entsprechende Nahrung erhält.

Es wird in dieser Hinsicht für die Pferde besser gesorgt als für den Menschen. So wenig der Staat den Einkauf des Pulvers oder der Gewehre dem Belieben und Gutdünken von Compagnien überlässt, so wenig wird er diesen späterhin bei gereifterer Einsicht die Zusammensetzung der Leiber der Soldaten anvertrauen.

Grosse Beachtung verdient auch der sogenannte eiserne Bestand, in dem bekanntlich der Mann für 3 Tage seine Nahrung in möglichst compendiöser Form für Fälle der Noth mit sich führen soll. Es ist dafür schon alles mögliche vorgeschlagen worden, aber sehr häufig aus Unkenntniss der Vorgänge bei der Ernährung ganz ungeeignetes oder ungenügendes. Es müssen eben auch hier die Nahrungsstoffe in richtiger Menge und in richtigem Verhältniss geboten werden, und jedermann wird verstehen, wie ernst die ganze Sache ist und wie schwer sich eine wesentliche Abweichung davon gerade hier rächt. Nach Liebig („Reden und Abhandlungen“ S. 141) soll z. B. der eiserne Bestand in der Armee eines deutschen Mittelstaates, der nicht näher bezeichnet und mir auch nicht bekannt ist, aus 175 Gramm gebranntem Kaffee, 1000 Gramm Reis und 117 Gramm Zucker bestehen, was geradezu ein Hohn auf unser Wissen genannt werden kann.

Man hat neuerdings einen eisernen Bestand aus Brod, Eierconserve und Speck zusammenzusetzen gesucht und hat für den Tag zu nehmen vorgeschlagen:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
— Eiconserve	24	30	—
170 Speck	—	170	—
750 Brod oder Zwieback	62	—	324
	86	200	324

Man hat gemeint, diese Kost stelle eine Nahrung dar, weil sich dabei einige Soldaten während ein paar Tagen subjectiv ganz wohl befanden, und sogar etwas an Gewicht zunahmen. Es ist diess ein gutes Beispiel dafür, dass man aus dem Körpergewichte keinen Schluss auf die Erhaltung des Körpers ziehen darf; denn die Leute haben sicherlich zu wenig Eiweiss erhalten und für den Grad der Bewegung zu viel Fett, wesshalb sie Fett angesetzt und, trotz des Eiweissverlustes an Gewicht gewonnen haben.

Ich habe in meinem Promemoria manches über den eisernen Bestand gesagt und eine Reihe von Analysen von Fleischconserven mitgetheilt. Es lassen sich über die Nahrung der Soldaten unter verschiedenen Verhältnissen nach den jetzigen physiologischen Kenntnissen ganz bestimmte und werthvolle Angaben machen. Es war meine Absicht, vorläufig nur einige Schäden aufzudecken und die Möglichkeit ihrer Abhilfe anzudeuten; eine bis ins Einzelne gehende Bearbeitung der Sache, mit Benützung aller Hilfsmittel, wäre dringend geboten.

III. Kost in den Gefängnissen und Alterversorgungsanstalten.

Die Anforderungen an die Kost in den Gefangenanstalten sind wegen der verwickelten Verhältnisse etwas schwierig zu beurtheilen. Es handelt sich um die Ernährung von Leuten von verschiedenem Alter und mit verschiedenen Graden der Beschäftigung, bei welchen man aus nahe liegenden Gründen jeglichen Luxus in der Kost vermeiden will.

Es ist schon viel über die Kost in Gefängnissen geschrieben worden, und es findet sich eine reichliche Anzahl von Angaben darüber, was die Gefangenen in einzelnen Anstalten erhalten, oder wenigstens was sie vorschriftsmässig erhalten sollen.

Es ist aus nahezu allen diesen Zusammenstellungen zu ersehen, dass man die gegebene Kost auf die Dauer für ungenügend hält, da sie nicht selten schlimme Erscheinungen nach sich zieht. Man kam stets in das Dilemma, die Gefangenen nicht hungern zu lassen, und doch ihnen das Leben in den Gefängnissen nicht zu angenehm zu machen.

Ehe man an die Aufstellung des richtigen Kostsatzes für die verschiedenen Gefangenanstalten denken kann, müssen einige Vorfragen erledigt sein.

Es wird wohl heutzutage Niemand darüber im Zweifel sein, dass die Gefangenen wegen ihres Vergehens nur eine Freiheitsstrafe erleiden sollen, und nicht an ihrem Körper und ihrer Gesundheit gestraft werden dürfen. Diess ist aber leichter gesagt als gethan, denn man ist kaum im Stande, Jemanden ohne den Körper zu schädigen, gefangen zu halten.

Die deprimirenden psychischen Eindrücke, der Mangel an Bewegung in manchen Anstalten etc. üben ihren schlimmen Einfluss auf den Körper sicherlich aus. Die gewöhnliche Kost in den Gefängnissen macht einen nicht daran gewöhnten Darm leicht krank und schädigt somit den Körper.

Da es also in den meisten Fällen absolut unmöglich ist, die Schädigungen am Körper und an der Gesundheit in Folge der Haft ganz abzuwenden, so wird man sich dahin aussprechen müssen, dass dieselben keine bleibenden sein dürfen, sondern dass die Gefangenen nach Abbüssung ihrer Strafe die Möglichkeit haben, sich körperlich völlig zu restituiren.

Wo ist aber die Grenze? Was ist das Minimum an einzelnen Nahrungsstoffen, welches ein Gefangener unter den gegebenen Verhältnissen braucht, um seinen Körper auf einem Stand zu erhalten, bei dem er ohne bleibende Schädigung seiner Gesundheit existiren kann?

Hier ist vorzüglich zu beachten, ob der Gefangene eine Arbeit zu leisten hat oder nicht, und dann wie lange seine Haft dauert.

Der Freie nimmt eine gewisse Menge von Eiweiss auf, um einen solchen Stand daran an seinem Körper zu erhalten, dass er den mannichfachen Anforderungen des Lebens gewachsen ist, und so viel von stickstofflosen Stoffen als nöthig ist, um den Fettgehalt zu bewahren.

Ein Gefangener, der nicht arbeitet, braucht keinen so eiweissreichen und muskelstarken Körper, und reicht daher mit weniger Eiweiss aus. Man muss aber dabei immer bedenken, dass dann der muskelstark in das Gefängniss Eintretende von seinen Organen so lange Eiweiss verliert, bis diese sich mit der geringen Eiweissmenge der Gefangenenkost in einen Gleichgewichtszustand gesetzt haben, und dass er schwächer ist. Bis zu einer gewissen Grenze ist späterhin ein völliger Ersatz wieder möglich; jedoch muss man sich sehr hüten, so wenig Eiweiss zu geben, dass ein Gleichgewichtszustand damit nicht möglich ist und der Körper fort und fort, wenn auch täglich ganz geringe Mengen von Eiweiss von sich abgibt. Bei einer kürzeren Haft schadet diess nicht viel, namentlich wenn genügend stickstofffreie Stoffe zugeführt werden, so dass der Körper nicht auch an Fett verliert. Bei längerer Haft und dauernder Abmagerung an Eiweiss geschieht eine Restitution nur noch sehr schwer, die normalen Lebenserscheinungen sind dann nicht mehr möglich, und es treten tiefe Erkrankungen auf.

Der nicht arbeitende Gefangene hat aber auch aus schon bekannten Gründen ansehnlich weniger stickstofflose Stoffe nöthig, als der freie Arbeiter. Auch hier gibt es eine untere Grenze, die man nicht ohne bleibenden Nachtheil für den Gefangenen überschreiten darf. Eine allmäh-

liche Abnahme des Körpers an Fett bringt sogar früher Gefahren mit sich, da bei zu geringem Fettgehalt auch das Eiweiss in sehr grosser Menge der Zerstörung anheimfällt, während die Eiweissabgabe bei einem fettreicheren Körper eine viel geringere ist, und desshalb länger ohne Nachtheil ertragen wird. Der Eiweissverlust allein, z. B. bei ausschliesslicher Zufuhr von Fett, hat auch desshalb nicht so schlimme Folgen, weil der Körper gewöhnlich ungleich mehr Eiweiss enthält, als Fett; der Hungertod tritt meist in Folge des Verschwindens des Fettes am Körper ein, während noch eine nicht unbedeutende Quantität von Eiweiss zugegen ist. Ein Körper, an dem ein gewisser Fettvorrath sich befindet, hält es desshalb bei einem Mangel an Eiweiss und sickstofffreien Stoffen in der Kost länger aus.

Bei einem solchen Zustand des allmählichen Verhungerns, welcher bei mangelhafter Ernährung eintritt, bekommen die Gefangenen, ausser dem Schwinden der Muskeln und des Fettes, ein greisenhaftes Aussehen, ihre Haut nimmt eine eigenthümlich graugelbe Färbung an, die Schleimhäute werden blass, der Körper fühlt sich kalt an, und es geht jegliche Energie des Körpers und Geistes verloren.

Die Folgen einer theilweisen Inanition stellen sich als Ernährungsstörungen erst ziemlich spät ein. Bei Thieren, z. B. Tauben, habe ich bei ungenügender Ernährung solche Erscheinungen erst nach Ablauf eines Jahres sich offenbaren sehen. Es ist daher, besonders bei längerer Haft, mit aller Sorgfalt auf eine Kost zu achten, die für den, wenn auch schwächer gewordenen Körper eine Nahrung ist.

Sollen jedoch die Gefangenen arbeiten, dann muss man ihnen mehr Eiweiss und mehr stickstofffreie Stoffe geben, und zwar von ersteren so viel, dass dadurch ein der Anforderung entsprechender Muskelstand unterhalten wird, ohne den die Arbeit auf die Dauer nicht möglich ist, und von letzteren ebenfalls entsprechend der Arbeit, so dass der Körper kein Fett verliert.

Wir suchen nun die geringste Menge von Eiweiss, Fett und Kohlehydraten auf, welche nicht arbeitenden Gefangenen zu geben ist; den arbeitenden kann wohl keine andere Menge gereicht werden, als den freien Arbeitern, d. h. im Minimum 118 Eiweiss, 56 Fett und 500 Stärkemehl, ja es muss bei stärkerer Anstrengung nach unseren früheren Angaben sogar mehr davon zur Verfügung stehen.

Dr. J. Forster hat bei einem tief in den Sechzigern stehenden, nicht sehr kräftigen Mann, der aber Arbeit verrichtete, in den Einnahmen noch 116 Eiweiss, 68 Fett und 345 Kohlehydrate gefunden.

Die geringsten Mengen der Zufuhr, welche demnach als das Minimum für einen schon herabgekommenen Körper zu betrachten sind, hat Dr. J. Forster bei einer in armseligen Verhältnissen lebenden, noch rüstigen Frau (a.), welche aber einige Zeit darauf an Lungenphthisis erkrankte, und in der Kost alter Pfründnerinnen (b.) beobachtet:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
a.	76	23	334
b.	80	49	226

Ich glaube daher, dass man für gefangen gehaltene nicht arbeitende Männer nicht unter den folgenden niedersten Satz herabgehen darf: 85 Eiweiss, 30 Fett und 300 Kohlehydrate. Es ist nicht besonders schwierig aus den uns zu Gebote stehenden Nahrungsmitteln eine dem entsprechende einfache und möglichst wohlfeile Nahrung für Gefangene auszusuchen.

In vielen Gefängnissen gelangt man nun nahe an diese unterste Grenze, sie wird sogar in manchen Anstalten, namentlich in der Zufuhr von Eiweiss und Fett, überschritten. So z. B. werden, nach Böhm's Mittheilung, im Luckau nur 79 Gramm Eiweiss täglich gegeben.

Dr. Ad. Schuster hat die Kost in zwei Münchener Gefängnissen genau geprüft, und zwar in dem Untersuchungsgefängniss in der Badstrasse, in welchem die Insassen nicht arbeiten, und in dem Zuchthaus in der Au, wo gearbeitet wird; er hat dabei ermittelt:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Gefängniss in der Badstrasse, ohne Arbeit:	87	22	305
Zuchthaus in der Au, mit Arbeit:	104	38	521

Diese Zahlen für nichtarbeitende und arbeitende Gefangene streifen nahe an das Minimum, ja sie kommen für die Zufuhr von Fett und theilweise für die von Eiweiss noch darunter. Dabei ist noch etwas wohl zu bedenken.

Man könnte nämlich meinen, dass, wenn die Kost die nöthige Menge von Nahrungsstoffen und diese in dem richtigen Verhältniss enthalte, dann für die Gefangenen genügend gesorgt sei. Es ist aber, wie früher schon hervorgehoben wurde, sehr zu berücksichtigen, in welchen Nahrungsmitteln die Nahrungsstoffe enthalten sind; wird nämlich ein beträchtlicher Theil des obigen Minimums im Darme nicht verwerthet und mit dem Koth unverändert wieder abgeschieden, dann tritt der Körper in die Inanition ein. Ein grosser Theil der in den Gefängnissen gereichten Nahrungsstoffe wird nun gewöhnlich in der Form von Brod, aus schwarzem Mehl bereitet, von

Kartoffeln und anderen eiweissarmen Gemüsen gegeben. Dabei wird stets sehr viel Koth gebildet und somit Eiweiss und Stärkemehl dem Körper entzogen.

Diess ist namentlich bei dem schwarzen kleiehaltigen Brod der Fall. Würde besseres Mehl genommen und ein grösserer Theil desselben zu Nudeln, Schmarrn, Knödeln etc. verbacken, so käme mehr Eiweiss und Stärkemehl zur Verwerthung. Die Gefangenen im Zuchthaus in der Au entleeren, nach den Untersuchungen von Dr. Schuster, 27 Procent des verzehrten Eiweisses im Kothe wieder. Dadurch wird dann eine Kost, die an und für sich genug Nahrungsstoffe enthält, zu einer unzureichenden. Es ist daher hier das über die Ausnützung der Nahrungsstoffe und der Nahrungsmittel früher Gesagte ganz besonders zu beachten.

Es kommt endlich bei der Gefangenenkost noch etwas hinzu, nämlich, dass die Gefangenen sich ihre Speise nicht nach Geschmack aussuchen, niemals das geringste dazu bekommen können, und das Gekochte so nehmen müssen, wie es ihnen geboten wird. Nirgends lässt sich der wesentliche Einfluss der Genussmittel, welche das Gemische von Nahrungsstoffen erst zu einer Nahrung machen, so schlagend darthun, als in den Gefängnissen.

Man hat in dieser Beziehung so grosse Fehler gemacht, da man die Genussmittel als etwas entbehrliches, als eine Art Luxus betrachtete, und glaubte, man hätte durch Zufuhr der nöthigen Nahrungsstoffe dem Bedarf für einen Gefangenen genügt. Man verstand eben die Bedeutung der Genussmittel in unserer Nahrung nicht, und beurtheilte die letztere ausschliesslich nach ihrem Gehalt an Nahrungsstoffen.

In der Mehrzahl der Gefängnisse findet sich in der Kost ausserordentlich wenig Abwechselung, und sie ist meist ganz gleichförmig zubereitet, alles zu einer Masse von breiartiger Consistenz und ohne hervorstechenden Geschmack verkocht.

Wenn man auch einige Zeit hindurch eine solche Kost ganz leidlich findet, wie z. B. ein dieselbe hie und da controlirender Beamter, so ist es doch unmöglich, sie auf die Dauer zu verzehren. Die Leute bekommen trotz lebhaften Hungers nach und nach einen so unüberwindlichen Ekel davor, dass schon beim Anblick und Riechen derselben Würgbewegungen eintreten; es entwickeln sich daraus heftige Dyspepsien, wodurch natürlich eine Ernährung unmöglich gemacht wird, und allerlei Ernährungskrankheiten entstehen.

Dieser merkwürdige Symptomen-Complex, die Erscheinung des Abge-

gessenseins und des Erbrechens mit reiner Zunge, ist besonders anschaulich von Baer geschildert worden. Der erfahrene Gefängnissdirector Elvers sagt wörtlich: „Wer das Leben der Sträflinge praktisch kennt, wird wissen, wie furchtbar die monotone, reizlose, wenig animalische Bestandtheile enthaltende Sträflingskost die Leute herunterbringt, wie sie für einen Häring, einen Käse, etwas Butter, eine saure Gurke etc. ihren besten Freund verrathen würden."

Es soll also etwas mehr Abwechselung in die Kost gebracht, das Mehl zu verschiedenen Gebäcken verarbeitet werden, und die Consistenz der Speisen darf nicht stets eine breiartige sein. Die Speisen müssen ferner sorgfältig und schmackhaft zubereitet sein, und zwar von sachkundiger Hand, nicht von einer beliebigen Wärtersfrau. Es braucht keinen Luxus; aber durch Zuthat von Gewürzen, von welchen wir so viele zur Verfügung haben, um Abwechselung in den Geschmack unserer Speisen zu bringen, kann ungemein viel geholfen werden. Ich glaube mich nicht zu irren, wenn ich sage: dass hierin sich am meisten in der Gefangenenkost verbessern liesse, und bei etwas ausgesprochenerem Geschmacke der Kost die übrigen Beschwerden der Haft sich leichter ertragen liessen.

Beachtet man die aufgezählten Anforderungen an die Kost der Gefangenen nicht, dann treten bleibende Schädigungen der Gesundheit derselben ein. Ich weiss mich noch sehr wohl der Zeit zu erinnern, wo die Zuchthäusler, welche gesund und kräftig in die Haft traten, das Hauptcontingent der Leichen in der Anatomie zu München bildeten; sie waren ein geschätztes Material für die Präparation, da so gut wie kein Fett mehr an ihnen vorhanden war. Diess hat sich jetzt unter dem Einfluss einer besseren Kost sehr verändert.

Es gehört, wie gesagt, ein gesunder und kräftiger Darm dazu um eine gewöhnliche Gefangenenkost mit ihrem Ueberschuss an Brod und Kartoffeln zu verwerthen; ein kränklicher Körper erträgt sie nicht. Es ist natürlich unmöglich, für jeden einzelnen Gefangenen je nach seinen Verhältnissen zu kochen, die gewöhnliche Kost muss für alle die gleiche und möglichst einfach sein. Sobald sich aber die ersten Krankheitserscheinungen zeigen, z. B. nach längerer Haft Widerwille gegen die Speisen, Aufstossen, Diarrhöen etc., dann muss man individualisiren, und es muss alsbald eine bessere Ernährung mit leichter verwerthbaren Nahrungsmitteln und grösserer Abwechselung eintreten. In solchen Fällen ist namentlich ein Zusatz von Fleisch geboten, wie er für gewöhnlich schon in den englischen Gefängnissen und auch in den bayerischen eingeführt ist. Es ist Thatsache, dass Menschen sich ausschliesslich von Vegetabilien

ernähren können, aber es muss dabei mit grossem Verständniss die Auswahl getroffen sein; nach meinen früheren Bemerkungen halte ich schon für einen unter normalen Verhältnissen lebenden Menschen eine rein vegetabilische Kost nicht für die richtige, und noch weniger für Gefangene mit längerer Haft, da diese sich unter abnormen Umständen befinden und leicht Erkrankungen des Darmes ausgesetzt sind.

Die Feststellung der richtigen Kost für die Gefangenen bildet wohl eine der wichtigsten Seiten des Gefängnisswesens, und es ist nur der Unkenntniss des Einflusses einer fehlerhaften Ernährung auf den Körper zuzuschreiben, dass bei den mannichfachen zum Theil übertriebenen humanen Bestrebungen für das Wohl der Gefangenen diese Angelegenheit von maassgebender Seite noch nicht mehr gewürdigt worden ist.

Die Kost in Armenhäusern und Altersversorungsanstalten gestaltet sich ähnlich der in Gefängnissen. Es handelt sich hier meist um die Ernährung alter, gebrechlicher und erwerbsunfähiger Leute. Da dabei ein schon herabgekommener Körper, der sich keiner anstrengenden Thätigkeit mehr unterziehen kann, zu unterhalten ist, so genügt das Minimum an Eiweiss und stickstofffreien Stoffen, wie es Dr. J. Forster in der Nahrung der alten Pfründnerinnen, welche sich dabei vortrefflich befinden, ermittelt hat. In solchen Anstalten ist natürlich ebenfalls das bei Betrachtung der Kost in den Gefängnissen über die verschiedene Ausnützung der Nahrungsmittel, die Bedeutung der Genussmittel und der Abwechselung in den Speisen Gesagte zu berücksichtigen.

IV. Kost in Waisenhäusern und Erziehungsanstalten.

Dieser Fall unterscheidet sich von den bisher betrachteten dadurch, dass man es nicht mit der Ernährung von Erwachsenen, sondern von Kindern verschiedenen Alters zu thun hat, welche einen grossen Theil des Tages sich geistig zu beschäftigen haben, im übrigen einfache Handarbeiten verrichten und die nöthige körperliche Bewegung sich machen müssen.

Ein kleinerer Organismus braucht bei gleichem Alter zu seiner Erhaltung allerdings eine geringere Quantität von Nahrungsstoffen als ein grösserer, aber nicht im Verhältniss zu seinem geringeren Gewichte, sondern unverhältnissmässig mehr; ein 3 Kilo schweres ausgewachsenes Hündchen verzehrt nicht nur den zehnten Theil von Eiweiss und von Fett wie ein 30 Kilo schwerer Hofhund, sondern etwa den sechsten Theil. Dazu kommt noch, dass der noch nicht ausgewachsene Körper eines Kindes Eiweiss, Fett, Aschebestandtheile etc. in seinen wachsenden Or-

ganen zum Ansatze bringen, also einen Ueberschuss dieser Stoffe aufnehmen muss und zwar einen grösseren als dem Ansatz entspricht.

Es sind leider bis jetzt noch keine eingehenden Untersuchungen über die Zersetzungen in dem Körper von Kindern unter verschiedenen Verhältnissen angestellt worden; wir wissen daher noch nichts Zuverlässiges darüber wie viel ein Kind von bestimmtem Alter von den einzelnen Nahrungsstoffen nöthig hat, um einen guten Körperzustand zu erhalten und den nöthigen Stoffansatz beim Wachsthum zu bewirken. Wir sind daher vorläufig in dieser Richtung auf die Zusammensetzung der Kost in Anstalten der Art angewiesen, mit welcher die Kinder erfahrungsgemäss wachsen und gedeihen. Immerhin ist es möglich, dass diese Kost nicht die ideale ist, d. h., dass man mit einigen Aenderungen in den Mengen einzelner Nahrungsstoffe den Zweck noch besser erreichen könnte.

Simler („Ernährungsbilanz der Schweiz" S. 6) hat für Kinder von 0—15 Jahren im Durchschnitt aus dem Bedarf des Erwachsenen unter einigen Annahmen als nothwendig berechnet: 75 Eiweiss, 20 Fett und 250 Kohlehydrate. Es ergibt sich darnach ein Verhältniss von Eiweiss zu den stickstofffreien Stoffen (das Fett mit seinem Aequivalent 1:1.7 in Kohlehydrate umgerechnet) wie 1:3.8.

Hildesheim gibt für Kinder von 6—10 Jahren an: 69 Eiweiss, 21 Fett und 210 Kohlehydrate mit einem Verhältniss von 1:3.6

Ich habe durch den Magistrat genauen Aufschluss über den Verbrauch an Lebensmitteln in dem Münchener Waisenhaus erhalten und daraus die einem Kind im Mittel täglich gegebene Menge von Eiweiss, Fett und Kohlehydraten berechnet. Ich bemerke, dass die Kinder in einem Alter von 6—15 Jahren sich dabei vortrefflich befinden, wohl genährt sind und ein gesundes Aussehen haben. Sie erhalten: 79 Eiweiss, 35 Fett und 251 Kohlehydrate, mit einem Verhältnisse von 1:3.9. Diess sind beinahe dieselben Mengen, welche die alten Pfründnerinnen erhalten.

Vergleicht man mit diesem Bedarf den eines 60 Kilo schweren Mannes, so ergibt sich:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Verhältniss
Kind	79	35	251	1:3.9
Arbeiter im Mittel	118	56	500	1:5.0
Arbeiter bei Ruhe	137	72	352	1:3.5
Arbeiter bei Arbeit	137	173	352	1:4.7

Ein Kind von 10—11 Jahren wiegt etwa 23 Kilo. Gleiche Gewichte des Kindes und des ruhenden Erwachsenen z. B. 100 Kilo verbrauchen,

entsprechend dem oben gesagten, nicht gleiche Quantitäten der Nahrungsstoffe. Es treffen nämlich auf 100 Kilo:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
100 Kilo Kind	343	152	1091
100 Kilo Erwachsener	228	120	586

Man sagt für gewöhnlich, dass das Kind auf gleiche Mengen der stickstofffreien Stoffe mehr Eiweiss brauche als der Erwachsene, da es das Eiweiss zum Wachsthum der Organe nöthig habe. Diess ist für ein Kind von 10 Jahren nicht richtig, denn der ruhende Erwachsene zeigt nahezu das gleiche Verhältniss des Eiweisses zu den stickstofffreien Stoffen in der Nahrung, aber der arbeitende Erwachsene zerstört mehr stickstofffreie Stoffe und muss daher verhältnissmässig mehr davon verzehren.

Im ersten Lebensjahre bekommt ein mit Muttermilch ernährtes Kind allerdings verhältnissmässig mehr Eiweiss, denn die Milch des Weibes zeigt ein Verhältniss von 1:2.7. Die Untersuchung der Kost der Kinder in den ersten Lebensjahren gehört nicht zu meiner gegenwärtigen Aufgabe und ich unterlasse es daher auf dieses so überaus wichtige Thema einzugehen. Ich bemerke nur, dass in den ersten Lebensjahren häufig im Verhältniss zum Eiweiss wesentlich mehr stickstockstofffreie Stoffe gegeben werden als in der Muttermilch, ja sogar mehr als in der Nahrung des arbeitenden Mannes. Dr. J. Forster hat nämlich die Kost von jüngeren Kindern untersucht und gefunden:

Alter	Nahrung	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Verhältniss
7 Wochen	Mehlbrei	29	19	120	1:5.3
4—5 Monate	Chamer Milch	21	18	98	1:6.1
1½ Jahr	gemischt	36	27	150	1:5.4

Es ist selbstverständlich, dass bei der Kost in Waisenhäusern und Erziehungsanstalten ähnliche Anforderungen an die Ausnützbarkeit der Nahrungsmittel und an den Gehalt an Genussmitteln gemacht werden wie bei der Kost der Erwachsenen.

Man kann in dieser wie in jeder anderen Beziehung die Kost in dem Münchener Waisenhaus, über welche bei einer anderen Gelegenheit weitere Mittheilungen gemacht werden sollen, soviel wir bis jetzt wissen, als mustergiltig hinstellen.

V. Kost in Krankenhäusern.

Bei der Kost von Kranken liegen ganz eigenthümliche, vielfach wechselnde Verhältnisse vor. Es ist nicht möglich in einem kurzen Referate auf alle hier in Betracht kommenden Umstände näher einzugehehen; es soll diess demnächst von Herrn Dr. Friedrich Renk geschehen, der auf

meine Veranlassung die Kost in dem Münchener grossen Krankenhause genau auf ihre Bestandtheile an Nahrungsstoffen geprüft hat. Ich will nur ganz kurz auf einige wesentliche Puncte aufmerksam machen.

Unter allen Umständen handelt es sich in jenem Spital um die Kost für nichtarbeitende, möglichst ruhende Erwachsene.

In den meisten Fällen ist der Körper durch die Krankheit herabgekommen; es ist daher, um einen solchen mit einer geringen Organmasse versehenen Körper zu erhalten, weniger Eiweiss nöthig als für einen kräftigeren Leib und es bedarf derselbe ferner, der geringfügigen Thätigkeit halber, auch weniger stickstofffreie Stoffe. Es bewirkt desshalb bei Reconvalescenten und chronisch Kranken eine Quantität von Eiweiss und stickstofffreien Stoffen die dem Gesunden nicht genügt, schon einen Ansatz von Fleisch und Fett. Die volle Kost im Spital wird daher dem Minimum der für Gefangene vorher geforderten nahe kommen.

Bei sehr vielen, namentlich acuten fieberhaften Krankheiten ist es unmöglich den Körper auf seinem normalen Bestande zu erhalten; man kann nur dahin trachten, ihm wenigstens so viel zuzuführen, dass er genug behält um eine längere Krankheit zu überstehen und nicht zu verhungern. Nie wird es gelingen einen Kranken durch einen intensiven Typhus ohne Abmagerung hindurch zu bringen; schon die Erkrankung des Darmes und die häufigen Entleerungen desselben setzen dem ein Hinderniss entgegen. Aber die zu weit gehende Abmagerung und das Auftreten tiefgreifender Ernährungsstörungen müssen mit allen Mitteln vermieden werden.

Die Aerzte haben bekanntlich früher die Ernährung der Kranken wenig beachtet, ja sie haben sogar geglaubt, dass jedes Essen bei acuten fieberhaften Krankheiten das Fieber vermehre und desshalb schädlich sei. Man liess die Kranken hungern und nahm ihnen sogar noch Blut weg, so dass Tausende in Folge dieses unseligen Irrthums nicht an der Krankheit, sondern an Hunger zu Grunde gegangen sind.

Man hat jetzt glücklicherweise andere Anschauungen hierüber gewonnen. Den Typhuskranken z. B. sucht man so oft als möglich etwas beizubringen; aber es werden noch manche verhängnissvolle Fehler begangen aus Unkenntniss der Vorgänge bei der Ernährung und des Werthes der einzelnen Nahrungsstoffe.

Viele Aerzte haben den Kranken Fleischbrühe oder eine Lösung von Fleischextract einzuflössen versucht und manche thun es noch, in der Meinung dem Kranken dadurch eine Nahrung in compendiöser Form beizubringen, während doch bekanntlich die Fleischbrühe oder das Fleischextract auch in den grössten Mengen keine Nahrung darstellen, ja sogar

für den Kranken gar keinen Nahrungstoff enthalten. Der Mensch verhungert dabei in derselben Zeit wie ohne jegliche Speise. Der hohe Werth dieser Substanzen ist ein ganz anderer und soll später noch erörtert werden.

Man hat das kalt bereitete saure Fleischinfusum in grosser Ausdehnung angewendet und angegeben, dass Kranke sich Monate lang ausschliesslich und zwar bis zur vollkommenen Herstellung ihrer Gesundheit damit erhalten und an Fleisch und Kräften zunehmen. Eine solche Wirkung ist absolut unmöglich. In diesem Infusum befinden sich nämlich nur 1.2 Procent Eiweiss und keine stickstofffreien Nahrungsstoffe. Wenn daher selbst sechs Unzen oder 180 Gramm desselben im Tag zur Verwendung kommen, so erhält der Kranke nur 2.2 Gramm Eiweiss, welche nicht im entferntesten genügen.

Würde auch das Infusum viel mehr Eiweiss enthalten und mit weniger Widerwillen genommen, so wäre sein Nutzen doch nur gering, da ja der kranke Körper nicht nur an Eiweiss, sondern auch an Fett möglischst wenig einbüssen soll. Es hat sich unter vielen Aerzten noch die Meinung erhalten, dass das Eiweiss das einzig Nahrhafte sei und die stickstofffreien Bestandtheile der Nahrung nur die Wärme liefern. Aber die Zufuhr der stickstofffreien Stoffe ist für den Kranken so wichtig wie die des Eiweisses. Ich habe schon hervorgehoben, dass die allmähliche Abnahme des Körpers an Fett gefährlicher ist als die an Eiweiss allein, da der Körper meist viel weniger Fett enthält als Eiweiss und da in einem fettarmen Körper das Eiweiss in grossen Quantitäten zerstört wird. Darum habe ich bei jeder Gelegenheit die Wichtigkeit der stickstofffreien Stoffe für die Ernährung der Kranken betont. Da der Darm bei Krankheiten meist nur wenig Fett erträgt, so nimmt man Kohlehydrate in entsprechender Form, z. B. feines Stärkemehl, aus dem man ein Mus oder einen leichten Auflauf bereitet. Daneben sucht man Eiweiss beizubringen in einer dem Darmcanal möglichst leicht zugänglichen Form, z. B. in fein zerwiegtem rohen oder gekochten Fleisch, oder in dem von mir aus frischem Fleische dargestellten Fleischsaft, der mehr Eiweiss (6 Procent) enthält als das Fleischinfusum und auch lieber genommen wird.

Man muss dahin trachten dem heruntergekommenen und abgemagerten Kranken beim Eintritt in die Reconvalescenz das zu Verlust gegangene Eiweiss und Fett wieder zum Ansatz zu bringen. Auch für diesen Ansatz haben die stickstofffreien Stoffe eine wesentliche, lange Zeit nicht gewürdigte Bedeutung. Ohne sie kommt weder Eiweiss noch Fett in irgend erheblicher Menge zur Ablagerung. Darin liegt die Erklärung des hohen

Werthes, den die Aerzte seit jeher leichten Mehlspeisen bei der Reconvalescenz beilegen. Es ist von vornherin wahrscheinlich, dass zur Bewirkung des Ansatzes von Eiweiss und Fett dem sich Erholenden im Verhältniss zum Eiweiss mehr stickstofffreie Stoffe gegeben werden als dem ruhenden Gesunden.

Dem Darmcanal eines Kranken oder Reconvalescenten darf natürlich nur eine solche Speise zugemuthet werden, welche ihm so wenig als möglich Arbeit macht, also leicht ausnützbare Nahrungsmittel. Bei Gesunden mit kräftigem Darm ist es kaum möglich zu erforschen, welche Substanzen leichter und mit geringerer Anstrengung ausgelaugt werden; ein gesunder Darm erträgt alles gleich gut. Bei einem kranken Darm aber merkt man alsbald was ihm zusagt und was ihm schädlich ist. Einen Kranken wird man nicht mit grobem Schwarzbrod oder mit gesottenen Kartoffeln etc. füttern; man gibt ihm die Substanzen so fein vertheilt als möglich, damit die Oberfläche eine grössere ist und nichts rauhes die Darmschleimhaut beleidigt; man wählt Speisen, welche wenig Koth hinterlassen und man wird dabei Nahrungsmittel aus dem Thierreich, z. B. Fleisch, Milch, Eier etc., nicht entbehren können. Das sind Dinge, die sich von selbst verstehen.

Auch für den Kranken und Reconvalescenten sind die Genussmittel von wesentlicher Bedeutung, ja in gewisser Beziehung noch wichtiger als für den Gesunden. Die Kranken haben häufig einen Widerwillen gegen jede Speise und längere Zeit keinen rechten Appetit. Nur durch die Genussmittel ist man im Stande die Lust zu dem Essen von Nahrungsstoffen zu erwecken und dem lange unthätigen Darm die Fähigkeit wieder zu geben Nahrungsstoffe zu verändern und zu resorbiren. Meistentheils gibt man Anfangs zu dem Zweck ein reines Genussmittel ohne Nahrungsstoffe, nämlich eine gute aus Fleisch oder Fleischextract bereitete Fleischbrühe, welche dafür ein wahres Labsal ist und welche auch der Gesunde gebraucht um vor der Hauptmahlzeit den Magen in die gehörige Verfassung zu versetzen. Wer meinen Auseinandersetzungen über die Bedeutung der Genussmittel, die ich für unsere Nahrung für ebenso wichtig halte als die Nahrungsstoffe gefolgt ist, wird erkennen, dass ich die Fleischbrühe oder das Fleischextract nicht für unnütz halte, sondern ihnen vielmehr eine grosse Rolle zuschreibe. Jedermann weiss, welche ausserordentlichen Erfolge man bei Kranken durch die für den Gesunden entbehrlichen Genussmittel, wie z. B. durch einen Schluck starken Weines, erzielt, nicht weil man ihm dadurch Nahrungsstoffe beibringt, sondern weil unter ihrem Einfluss die, die meisten Vorgänge im Körper regierenden

Nervencentralorgane wie ein ermüdetes Lastthier durch einen Peitschenhieb zu grösseren Leistungen aufgestachelt werden und so die im Erlöschen begriffene Thätigkeit wichtiger Organe noch eine Zeit lang erhalten wird. Der Alkohol ist, nebenbei gesagt, nach unserer Definition nur dann ein Nahrungsstoff, wenn er Stoffe des Körpers ganz oder theilweise vor der Zersetzung schützt; er ist es nicht wenn er nur im Körper oxydirt wird und dabei eine gewisse Menge von Wärme liefert, aus welcher man also auch nicht den Werth eines Stoffes als Nahrungsstoff bemessen kann; aus allen Versuchen geht nun hervor, dass der Alkohol weder die Eiweiss- noch die Fettzersetzung in irgend erheblichem Grade beeinflusst.

Dies sind in aller Kürze die wichtigsten, allgemein giltigen Anforderungen an die Kost in Spitälern; es gibt jedoch eine Menge von Kranken die ihre bestimmte Kost erfordern, wie z. B. der an der Zuckerharnruhr Leidende, worauf ich hier nicht einzugehen habe.

Da wir bis jetzt nur für wenige Fälle bei kranken Menschen den Gesammtumsatz an Stoffen kennen, so bleibt uns vorderhand nichts übrig, als die Zusammensetzung der in einzelnen Krankenhäusern gebräuchlichen Kost zu untersuchen, um vielleicht daraus weitere Anhaltspunkte zu gewinnen.

Es gibt in jedem Krankenhause verschiedene Kostsätze, meist mit $^1/_4$, $^1/_2$, $^3/_4$ und ganzer Kost bezeichnet.

Die meisten Mittheilungen über die Krankenkost beziehen sich auf die ganze Kost oder die Kost der Reconvalescenten, welche dem Minimum des Bedarfs für Gefangene und Pfründner sich annähern wird. Es ist nicht die Aufgabe den Genesenen im Spital wieder vollkommen zu kräftigen und auf seinen Normalbestand an Eiweiss und Fett zu bringen, sondern nur so weit herzustellen, dass dieser Kräftigung ausserhalb des Spitals nichts mehr im Wege steht. Die Kost der Pfründnerinnen enthält 80 Eiweiss, 49 Fett und 266 Kohlehydrate (Verhältniss 1:4.4); das von mir für nicht arbeitende Gefangene verlangte Minimum beträgt 85 Eiweiss, 30 Fett und 300 Kohlehydrate (Verhältniss 1:4.1).

Ueber den Gehalt an einzelnen Nahrungsstoffen in den übrigen Kostsätzen des Spitals ist nur wenig bekannt. Es liegen allerdings einige Angaben von Hildesheim, meist aus Militärspitälern, vor, aber diese sind zum Theil lückenhaft, oder es ist ungewiss, ob die Kranken wirklich die Stoffe in der angegebenen Menge gegessen haben. Aus dem Gewichte der für einen Kostsatz verbrauchten Lebensmittel kann man nämlich den Verbrauch durch die Kranken nicht einfach berechnen, da die Abfälle beim Kochen sehr bedeutend sind, deren Bestimmung viel Mühe verur-

sacht. Es bleibt zur Controle nichts übrig, als während einer Reihe von Tagen Portionen der verschiedenen Kostsätze, wie sie die Kranken erhalten, wegzunehmen und der Untersuchung zu unterwerfen. Diess hat Herr Dr. Renk gethan und für die Kost des hiesigen grossen Krankenhauses folgende Mittelwerthe gefunden:

Kostsatz	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Verhältniss
1/4 Kost	33	24	146	1:5.7
2/4 „	45	28	173	1:4.9
3/4 „	63	39	186	1:4.0
4/4 „	67	49	226	1:4.6

Die Menge der einzelnen Nahrungsstoffe nimmt dabei allmählich zu und erreicht zuletzt nahezu das obige Minimum der Pfründnerinnenkost. Es ist bemerkenswerth, dass Anfangs wirklich verhältnissmässig mehr stickstofffreie Stoffe gegeben werden, wie ich vorausgesagt hatte, und dass noch bis zuletzt der Reconvalescent verhältnissmässig mehr davon erhält, als der ruhende Arbeiter.

In den von andern aus Spitälern mitgetheilten Kostsätzen sind nur sehr geringe Mengen von Fett enthalten, was entweder ein Fehler in der Kost ist oder auf Fehlern in den Aufzeichnungen des Autors beruht.

Dr. Renk wird baldigst über seine Untersuchung eingehend berichten. Die weitere Verfolgung der Sache ist, wie sich schon aus meinen kurzen Mittheilungen ergibt, von der grössten Tragweite.

VI. Kost in Volksküchen.

Es soll die Aufgabe in Volksküchen sein, einen guten Mittagstisch, d. h. die Hauptmahlzeit, zum Selbstkostenpreis abzugeben. Der Unbemittelte erhält auf diese Weise eine Mittagskost, die er sich in gleicher Güte nur zu einem wesentlich höheren Preise verschaffen könnte, während er für das Frühstück und Abendbrod viel leichter das Nöthige zu besorgen vermag.

Ich brauche wohl kaum zu erwähnen, dass in der Stadt München zuerst in grösserem Maassstab ein Versuch der Art gemacht worden ist, und zwar durch den Grafen Benjamin v. Rumford (1797), einen der geistreichsten und edelsten Menschen, welcher neben seinen rein wissenschaftlichen Arbeiten von hohem Werthe, die man wegen ihrer originellen Versuchsweisen und Gedanken stets mit wahrem Vergnügen liest, sich auch mit gemeinnützigen Dingen beschäftigte. Es ist ihm in München ein ehernes Denkmal errichtet worden, ein dauernderes aber hat er sich selbst in seinen Suppenanstalten und seiner allbekannten Suppe gesetzt.

Es liegen viele Mittheilungen über das in den Volksküchen Gebotene

vor, es ist jedoch von anderer Seite noch nicht untersucht worden, ob denn die Speise den Anforderungen an eine Mittagsmahlzeit entspricht, ob genügend gegeben wird, und ob die Nahrungsstoffe in dem richtigen Verhältnisse sich darin befinden, und wie es dabei mit der Ausnützung, der Abwechselung und den Genussmitteln steht.

Ich hatte vor einigen Jahren den Auftrag, für den Münchener Magistrat ein Gutachten über die Kost in Volksküchen zu verfassen, und war im hohen Grad erstaunt, auch nicht einmal die Vorarbeiten für ein solches vorzufinden. Es war nämlich unbekannt, wie viel ein gesunder Mensch, der sich richtig, aber nach seiner Auswahl ernährt, von den im Tag zu einer Nahrung ihm nöthigen Nahrungsstoffen in seiner Hauptmahlzeit verzehrt. Es waren daher vorerst genauere Bestimmungen hierüber zu machen, und es hat sich dabei für Arbeiter herausgestellt, dass etwa 50 Proc. des Eiweisses, 61 Procent des Fettes und 32 Procent der Kohlehydrate in der Mittagskost aufgenommen werden. Später hat Dr. Forster noch einige Bestimmungen der Art an zwei Arbeitern und zwei jungen Aerzten ausgeführt und ähnliche Zahlenwerthe wie ich (nämlich in Mittel 45 Procent Eiweiss, 57 Procent Fett und 39 Procent Kohlehydrate) erhalten. Danach lässt sich nun, wenn der Gesammtbedarf an Nahrungsstoffen für den ganzen Tag bekannt ist, das für den Mittagstisch Nöthige leicht berechnen.

Auf diese Weise fand sich, dass in einer ausreichenden Mittagskost enthalten sein müssen:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
für den Arbeitenden	59	34	160
für Pfründner	40	30	85
für Kinder von 6—15 Jahren	39	21	80

Ich habe nun nach den Rechenschaftsberichten verschiedener Volksküchen mit grosser Mühe die Mengen der einzelnen Nahrungsstoffe berechnet, welche in einer von denselben verabreichten Portion enthalten sind und dabei im Mittel gefunden:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Münchener Suppenanstalt	14	3	32
Volksküche in Leipzig	24	8	71
„ „ Dresden	37	10	100
„ „ Berlin	35	19	178
Egestorff in Hannover	35	8	210
In Köln (mit Fleischextract)	49	—	188
Speiseanstalt in Hamburg	41	5	133

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Volksküche in Hamburg	50	11	187
Speiseanstalt in Karlsruhe	58	16	180
Erforderniss	59	34	160

Aus dieser Zusammenstellung ersieht man mit wahrem Schrecken, wie viel bei den meisten Anstalten dieser Art zu einer ausreichenden Mittagsmahlzeit noch fehlt. Man gibt sich hier offenbar einer argen Täuschung hin; denn wenn die Leute von dem Volumen des Essens befriedigt sind und sich satt fühlen, so haben sie noch nicht nothwendig eine Nahrung für die Mittagszeit aufgenommen.

Nur ein kleiner Theil der Volksküchen liefert das für altersschwache Pfründner nöthige Maass, aber nicht das für einen arbeitenden Mann. Die Menge der Kohlehydrate ist zwar bei der Mehrzahl derselben genügend, aber nicht die des Eiweisses, am meisten und durchgängig fehlt es aber auffallenderweise am Fett, dessen Bedeutung man in den betreffenden Kreisen, wie es scheint, gar nicht zu schätzen weiss; eine gut geschmalzene Suppe gilt schon im Volksmund als etwas Begehrenswerthes. Man hat offenbar in solchen Anstalten bis jetzt mehr auf die wohlfeile Herstellung als auf die richtige Zusammensetzung der Speise gesehen; es ist eben unmöglich für den meist zu geringen Preis das Nöthige zu liefern.

Nach Abfassung meines Gutachtens habe ich den Rechenschaftsbericht über die Thätigkeit des Karlsruher Männer-Hilfsvereins vom Jahre 1873 erhalten, in welchem Professor Dr. Birnbaum auf Grund meines Gutachtens die Leistungen der in Karlsruhe bestandenen Speise-Anstalt prüfte. Die Karlsruher Anstalt gab zwei verschiedene Portionen aus, eine für 10 Kreuzer und eine für 7 Kreuzer; in diesen Portionen fand sich nach Zurechnung von 80 Gramm Brod für 1 Kreuzer:

	für 10 Kreuzer			für 7 Kreuzer		
	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
März	58	16	180	43	11	140
Aug. u. Sept.	52	10	183	39	7	142

Die grössere Portion für 10 Kreuzer kommt dem Erforderniss für Arbeiter sehr nahe und es ist diese nicht genug hervorzuhebende Leistung des Karlsruher Vereins der thatsächliche Beweis, dass man für eine mäs-

sige Summe dem Bedarf genügen kann. Wenn man in der kleineren Portion für 7 Kreuzer die Menge der Kohlehydrate verringert und die des Fettes etwas erhöht, so hat man darin die für Kinder und nicht arbeitende Erwachsene nöthigen Nahrungsstoffe.

Es ist nicht schwierig diejenigen Speisen zusammenzustellen, in welchen die genannten Mengen der Nahrungsstoffe enthalten sind. Ich habe meinem Gutachten 20 Recepte der Art beigefügt, um eine Anzahl von Beispielen zu geben. Aus Unkenntniss der in einer Kost enthaltenen Nahrungsstoffe finden sich im Werthe der an verschiedenen Tagen von einer Volksküche abgegebenen Portionen ganz kolossale Unterschiede; so betragen z. B. die Schwankungen des Eiweissgehaltes der Kost der Berliner Volksküche 9—80 Gramm. Den Werth der Legumiosen als Eiweiss-Träger kennen die Wenigsten. Bei einiger Kenntniss ist es leicht die täglich ausgegebenen Portionen, trotz der verschiedensten dazu verwendeten Nahrungsmittel, nahezu gleichwerthig zu machen. Die Mehrzahl der von mir aufgestellten Recepte ist auf Veranlassung des Münchener Magistrats genau nach meinen Angaben hergestellt und das Essen, was die Quantität und den Geschmack betrifft, vortrefflich befunden worden. Sachverständige berechneten damals den Kostenpreis einer Portion auf 10 oder 11 Kreuzer.

Man muss auch hier bei der Zusammenstellung der Speisen darauf achten, dass sie nicht in zu grosser Menge Substanzen enthalten, welche schwer auslaugbar sind und zu viel Koth erzeugen. Die Menge des Brodes soll 80 Gramm nicht übersteigen und die der Kartoffeln in der Regel nicht 280 Gramm.

Die Genussmittel dürfen in der Kost der Volksküchen nicht fehlen; die Speisen müssen daher schmackhaft gekocht sein und in der gehörigen Abwechselung gebracht werden. In den meisten Volksküchen, z. B. in der zu Berlin, wird in einer einzigen Speise, die in einer dicken Suppe besteht, die ganze Portion aufgetragen. In andern Städten, z. B. in Hamburg, war man damit nicht zufrieden und es verschafften sich anfangs die Volksküchen dort keinen Eingang; man verlangte die Suppe, das Fleisch und das Gemüse getrennt. Nach dem was ich früher über die Bedeutung der Abwechselung in der Kost gesagt habe, ist ein solches Verlangen wohl begründet; wir sind für gewöhnlich nicht im Stande die grosse Quantität unserer Mittagsmahlzeit in einer gleichmässig schmeckenden Masse zu verzehren.

Ich möchte auch noch auf den eigenthümlichen Werth des leimgebenden Gewebes, nämlich der Knochen, Knorpel, Sehnen etc., für die Zubereitung der Kost in öffentlichen Anstalten aufmerksam machen. Man

hat schon vielfach in Dampftöpfen diese für unsere Kost sonst unbrauchbaren Theile ausgekocht und Leim daraus gewonnen, welchen man lange als das eigentlich Nährende in unseren Speisen hielt. Es knüpft sich an die Frage nach dem Nährwerth des Leims eine lange für die Ernährungslehre höchst interessante Geschichte. Wir wissen jetzt, dass der Leim einen Theil des werthvollen Eiweisses erspart und vor der Zersetzung schützt. Man braucht daher, um den Körper auf seinem Eiweissbestand zu erhalten, bei Gegenwart von Leim weniger Eiweiss in der Kost zu geben. Der Leim ist in der That ein schätzbarer Nahrungsstoff und man thut gut ihn aus den abfallenden Knochen, Sehnen und Knorpeln auszuziehen und in der Nahrung zu verwerthen.

Durch die Errichtung von Volksküchen kann mit relativ geringen Mitteln viel Gutes geschaffen werden. Wenn die Aermeren eine ausreichende, allen Anforderungen entsprechende Mittagsmahlzeit bekommen für eine geringere Summe als sie sonst für ein an Brod und Kartoffeln überreiches schlechtes Mahl ausgeben, so wird nicht nur die grösste Noth gelindert, sondern es wird auch die Bevölkerung tauglich gemacht für intensivere Arbeit und durch Erhöhung der Widerstandskraft in Folge der besseren Ernährung der Ausbreitung von Krankheiten entgegengetreten. Es ist nicht meine Aufgabe auseinanderzusetzen, wie sich an die Volksküchen noch Weiteres anreihen könnte, indem man Einzelne durch Leistung von Arbeit für die Volksküchen und für andere öffentliche Zwecke ihre Mahlzeit abbezahlen liesse und ihnen dadurch zu Zeiten der Noth ihr tägliches Brod sicherte. Dem Wohlthätigkeitssinn wäre auf diesem Gebiet ein weites und fruchtbares Feld eröffnet.

Ich bin hiemit am Ende meiner Darlegungen angekommen. Es war, wie ich im Eingang hervorgehoben habe, meine Hauptaufgabe auf die enorme Wichtigkeit des Gegenstandes für die Bestrebungen in der öffentlichen Gesundheitspflege hinzuweisen und ferner darauf, dass man im Stand ist die in der Ernährungslehre in den letzten Zeiten gewonnenen Kenntnisse für die Verbesserung des menschlichen Daseins zu verwerthen.

Es war bekanntlich hauptsächlich L i e b i g, welcher, durch die chemische Erforschung der Stoffe der Nahrung, des Körpers und der Excretionsproducte vorbereitet, mit kühnem Griff seine Ideen über die Vorgänge bei der Ernährung entwickelte und dadurch den Grund zur Bearbeitung dieses Theiles der Physiologie legte. Er hatte dadurch den Physiologen die Aufgabe gestellt, eine Anzahl wichtiger Gesichtspunkte durch Untersuchungen am Thierkörper zu prüfen, und dann, gestützt auf die dadurch errungenen Kenntnisse, die Lehre von der Ernährung immer weiter aus-

zubauen. Ich sollte denken die Münchener physiologische Schule habe sich der ihr gewordenen Aufgabe würdig gezeigt.

Die Wissenschaft hat sich schon öfters auf anderen Gebieten in ähnlicher Weise nützlich gemacht. Man hat z. B. den ausgebreitetsten Handel getrieben lange ehe die Wissenschaft der Nationalökonomie sich entwickelt hatte; durch letztere erkannte man jedoch erst die Gesetze des Handels und lernte was gethan werden müsse um einen bestimmten Zweck am besten zu erreichen; ebenso haben die Menschen seit Jahrtausenden gegessen und sich ernährt, aber die Wissenschaft gibt erst die Mittel an die Hand zu beurtheilen, welche Nahrung in einem gegebenen Falle die beste ist.

Die Ernährung ganzer Bevölkerungsklassen ist häufig eine ungenügende und unrichtige, nur veranlasst durch falsche Vorstellungen über die Anforderungen, welche an eine ideale Nahrung gestellt werden müssen. Durch Ausbreitung der Kenntnisse hierüber und auch durch Errichtung von Volksküchen, durch welche den Leuten gezeigt wird was eine gute Kost ist, deren Wirkungen sie an ihrem eigenen Leib und ihrer Gesundheit erproben können, wird schon unendlich viel Gutes gestiftet. Ebensoviel lässt sich jetzt schon in öffentlichen Anstalten thun; ich habe es desshalb für wichtig gehalten einige fehlerhafte Einrichtungen in denselben, welche so tief einschneidende Folgen nach sich ziehen, zu beleuchten; nur wenn man das Uebel klar erkennt, wird man auch Hilfe bringen können.

Noch viel mehr bleibt aber zu thun übrig in der Erforschung der Ernährung des Menschen. Man muss noch weiter den ganzen Stoffverbrauch an verschiedenen Menschen (Männern, Weibern, Greisen, Kindern verschiedenen Alters) unter den mannichfachsten Umständen (zu verschiedener Jahreszeit, bei verschiedener Arbeit, bei Gesunden und Kranken) untersuchen, als es bis jetzt geschehen ist. Es ist diess eine grosse Aufgabe, die aber jetzt dadurch erleichtert wird, dass die Ziele genau bekannt und die Methoden scharf ausgearbeitet sind und schon Beispiele vorliegen.

Es kann sich allerdings nicht Jeder direct an diesen Bestrebungen betheiligen, diess ist Sache der dafür eingerichteten physiologischen Laboratorien. Aber es ist schon von Vortheil, wenn man in weiteren Kreisen weiss, welche Tragweite für unser Wohlergehen die Arbeiten in diesen Anstalten haben; denn sollte es einmal nicht mehr möglich sein mit den Mitteln derselben den betretenen Weg weiter zu verfolgen, so wird der Druck der öffentlichen Meinung Hilfe schaffen.

Bei einer anderen Aufgabe vermögen aber noch Andere Antheil zu nehmen. Es ist nämlich, um tiefere Einblicke in die Verschiedenheiten der menschlichen Ernährung zu gewinnen und um jetzt schon erkennbare Fehler gut zu machen, nothwendig die Kost in den öffentlichen Anstalten einer Untersuchung unterziehen zu lassen und diess ist zunächst Sache der städtischen oder staatlichen Verwaltungen. Ich werde die Methode einer solchen Prüfung, wie sie bei meinen Arbeiten dieser Art und bei denen von Dr. Forster, Dr. Schuster und Dr. Renk geübt worden ist, beschreiben, damit darnach in einheitlicher Weise verfahren werden kann. Ehe solche Erhebungen nicht in grösserer Anzahl vorliegen, können weitere Schritte nicht geschehen; liegen dieselben jedoch vor, so lässt sich darauf weiter bauen, was für die Zukunft sicherlich ein ausgiebiges Gebiet segensreicher Wirksamkeit werden wird.

Ich habe daher vorläufig der Versammlung, welche mich zu meinem Vortrage veranlasst hat, die Resolution unterbreitet: dieselbe wolle erstens die geeigneten Schritte thun, dass nach den von mir dargelegten Methoden von zuverlässigen und sachverständigen Männern die in staatlichen und städtischen Anstalten gereichte Kost einer genauen Untersuchung unterzogen werde, und sie wolle dann zweitens Sorge tragen, dass die erlangten Resultate dem Congress zur weiteren Verwerthung zukommen.

Zur Ermunterung den bezeichneten Weg zu betreten und auf ihm auszuharren, erwähne ich schliesslich noch einen Ausspruch, welchen der hervorragende holländische Gelehrte Donders in einem im Jahre 1853 erschienenen kleinen Buch „über die Nahrungsstoffe" gethan hat, in welchem es heisst: „Wer mit aller ihm innewohnenden Kraft an der Entwicklung dieser Kenntnisse arbeitet und mit Ausdauer den Resultaten seiner Untersuchung Eingang zu verschaffen bestrebt ist — der arbeitet auf breiter Basis an der Entwicklung der Menschheit."

Anhang.

Methode der Untersuchung der Kost auf die in ihr enthaltenen Nahrungsstoffe.

Bei genauen Versuchen über die Ernährung des Menschen müssen die dem Körper in den Speisen zugeführten Nahrungsstoffe und die in den Exkreten der Niere, des Darmes, der Haut und Lunge ausgeschiedenen Stoffe bekannt sein. Man vermag daraus zu entnehmen, ob der

Organismus sich mit der Zufuhr stofflich erhalten hat, ob also dieselbe eine Nahrung für ihn war, oder ob er dabei irgend einen Nahrungsstoff angesetzt oder einen Stoff verloren hat. Man gewinnt dadurch einen klaren Einblick in die Vorgänge im Körper bei verschiedener Art der Ernährung.

Eine solche Untersuchung setzt jedoch ein für chemische Analysen wohl eingerichtetes und mit manchen kostbaren Apparaten, namentlich Apparaten für die Bestimmung der Respirationsproducte ausgestattetes Laboratorium voraus, sie kann nur nach langer Uebung in derlei Arbeiten durchgeführt werden und nimmt ausserordentlich viel Zeit in Anspruch. Die Speisen müssen zu diesem Zweck aus reinen Nahrungsstoffen und möglichst einfach zusammengesetzten Nahrungsmitteln z. B. aus fettarmem, rein ausgeschnittenem Fleisch, Milch, Eierklar, Brod, Mehl, Erbsen etc., deren Zusammensetzung leicht zu ermitteln ist, auf das Sorgfältigste zubereitet werden.

Diese genauen Untersuchungen müssen späterhin in einzelnen Fällen zur endgiltigen Festsetzung der richtigen Nahrung für öffentliche Anstalten angestellt werden. Einstweilen handelt es sich noch um einige Vorstudien zur Erreichung dieses Zieles, welches dann durch tüchtige Anstrengung der Kräfte in der angedeuteten Richtung hoffentlich bald erreicht wird. Ich halte nämlich zunächst, ehe weitere Schritte geschehen können, für nothwendig, Einblicke in die in verschiedenen öffentlichen Anstalten verabreichte Kost zu gewinnen und annähernd die Zusammensetzung derselben kennen zu lernen.

Es bestimmen mich zu diesem Vorschlage mehrere Gründe. Man ist erstens durch die jetzigen Kenntnisse über den Stoffbedarf des Menschen unter verschiedenen Umständen schon im Stande bei Bekanntschaft mit einer Kost mit ziemlicher Sicherheit anzugeben, ob dieselbe in der Menge und im Verhältniss der einzelnen Nahrungsstoffe und in anderer in meinem Vortrage bezeichneten Hinsicht genügt, und wenn dies nicht der Fall sein sollte, bestimmte Vorschläge zur Verbesserung derselben zu machen; ich hielte es für unrichtig, zuzuwarten, bis das ganze Werk völlig fertig dasteht, es ist gewiss vernünftiger da, wo es möglich ist, alsbald Abhilfe zu schaffen. Liegen aber einmal die von mir angeregten einfacheren Untersuchungen vor, dann gewinnen wir auch den Behörden gegenüber einen günstigen Standpunkt und diess ist ein zweiter Beweggrund zu meinem Vorschlage. Die Behörden werden sich nämlich nicht leicht entschliessen eine für bestimmte Anstalten auf Erfahrungen der Wissenschaft hin vorgeschlagene Kost alsbald und ohne Weiteres einzuführen, aber sie werden

dazu weit eher geneigt sein, wenn nachgewiesen ist, dass die bis jetzt gebräuchliche Kost ungenügend ist und in welchen Punkten dieselbe von den für den betreffenden Fall nöthigen Forderungen abweicht; diess wird nun durch meinen Vorschlag erreicht. Haben dadurch die Behörden bessere Einsicht in die bestehenden Verhältnisse gewonnen und das Zutrauen erlangt, dass die Wissenschaft hier wirklich einzugreifen vermag, dann werden sie gewiss zum Besten ihrer Anstalten auch die endgiltig feststellenden genaueren Untersuchungen wünschen und die Mittel dazu bereitwilligst gewähren.

Ich betone also nochmals, wir beabsichtigen jetzt noch keine genauen wissenschaftlichen Untersuchungen über die Kost in öffentlichen Anstalten; wir wollen nur helfen, wo schon zu helfen ist und Boden für unsere Bestrebungen gewinnen. Wir wünschen einstweilen daher nur annähernde Aufschlüsse über die Zusammensetzung der Kost in einer Anzahl von öffentlichen Anstalten.

Es ist zur Durchführung der gestellten Aufgabe durchaus nicht nöthig, dass solche einfachere Untersuchungen in allen städtischen und staatlichen Anstalten Deutschlands gemacht werden, wenn es nur in einer Anzahl derselben geschieht. Mir ist schon bekannt, dass von einer maassgebenden Behörde die Sache mit Freuden aufgegriffen werden wird. Die einsichtigen Directionen interessiren sich sicherlich in Rücksicht auf das Wohl der ihnen übergebenen Menschen für die Angelegenheit; ist es gelungen, in mehreren Anstalten eine bessere Nahrungsweise einzuführen, so sind die Uebrigen wohl oder übel gezwungen nachzukommen. —

Bei der Untersuchung der Kost auf ihre Bestandtheile beschränken wir uns aus den in meinem Vortrage angegebenen Gründen auf die annähernde Ermittelung der Menge des in ihr vorhandenen Eiweisses, des Fettes und der Kohlehydrate.

Man kann zu diesem Zwecke zwei verschiedene Wege einschlagen. Entweder untersucht man je eine Portion der den Bewohnern eines Hauses gegebenen Speisen, oder man ermittelt, wieviel von einzelnen Nahrungsstoffen und Nahrungsmitteln zur Bereitung der Kost genommen wird und berechnet dann aus der bekannten Anzahl der dieselbe geniessenden Personen oder auch aus dem Gewichte einer Portion den jedem Einzelnen zukommenden Antheil. Ich habe gewöhnlich beide Wege eingeschlagen und in angemessener Weise combinirt um zum Ziele zu gelangen; manchmal ist allerdings nur der erste Weg möglich. Ich will in Folgendem die beiden Methoden, so gut es geht, beschreiben.

I. Man nimmt eine der gegessenen Portion möglichst gleiche Portion

jeder Speise in Untersuchung. Es ist dieses Verfahren in einzelnen Fällen benützt worden, z. B. um die Menge der Nahrungsstoffe zu erfahren, welche ein am gemeinsamen Familientische Essender verzehrt, oder ein in einem Gasthause Zukehrender; auch zur Untersuchung der Kost in Anstalten ist es mit dem zweiten zu Hilfe genommen worden. Es kann selbstverständlich nur dann Anwendung finden, wenn einfache Speisen vorliegen, bei deren Zubereitung nur ein einziges Nahrungsmittel, höchstens noch mit einem Zusatze von Fett, verwendet worden ist. Dies ist nun auch in gewissen Anstalten mit einzelnen Speisen der Fall; das Fleisch wird meist ohne jeglichen Zusatz gekocht und häufig bestehen auch die Suppen und die Gemüse nur aus einem einzigen Nahrungsmittel, welchem nur noch das leicht bestimmbare Fett oder das seiner geringen Menge wegen bei der Berechnung nicht in Betracht kommende Gewürze beigemischt worden ist.

Um eine der gegessenen gleiche Portion zu erhalten, verfährt man in verschiedener Weise. Hat sich bei einer gemeinsamen Mahlzeit in der Familie der zu Untersuchende seinen Theil gewählt, so wird aus derselben Schüssel ein möglichst gleicher Theil zur Untersuchung herausgenommen, oder noch besser beide Theile auf der Waage abgeglichen; im Gasthause bestellt man sich das nämliche Essen, das die Versuchsperson geniesst, und verbringt es in das Laboratorium; in öffentlichen Anstalten, in denen für alle Bewohner gleichheitlich gekocht wird, nimmt man aus den in der Küche stehenden vielen Portionen, welche von dem in diesem Geschäfte gewöhnlich ausserordentlich geübten Vertheiler auf die Teller gelegt worden sind, eine oder mehrere weg.

Man muss natürlich die Kost des ganzen Tages in dieser Weise controliren und zur Erhaltung einer richtigen Mittelzahl die Untersuchung längere Zeit, mindestens ein Woche hindurch fortsetzen, in öffentlichen Anstalten so lange, bis alle darin vorkommenden Kostarten, welche gewöhnlich für jeden Tag der Woche festgesetzt sind, durchprobirt worden sind. Es ist auch, um die Schwankungen kennen zu lernen, rathsam, von der gleichen Kost mehrmalige Proben an verschiedenen Tagen zu nehmen.

Ich brauche wohl nicht darauf aufmerksam zu machen, dass man sich dabei sehr vor Täuschungen zu hüten hat und desshalb alle Geschäfte, auch die langweiligsten, selbst besorgen muss und nicht Anderen, die nicht wissen, worauf man zu achten hat, überlassen darf.

Die einzelnen Speisen werden zunächst abgewogen, Flüssigkeiten wie Milch oder Bier auch abgemessen. Es gilt nun, die nähere Zusammen-

setzung dieser einfachen Speisen zu erfahren. Die ganze Portion der Suppen, Gemüse etc. wird in einem grossen Wasserbade bei 100° völlig getrocknet, wodurch man die Menge des zur Speise verwendeten trockenen Nahrungsmittels erfährt, also z. B. bei Reissuppe die Quantität des Reises, bei Kartoffelgemüse die der Kartoffeln; ist Fett beim Kochen zugesetzt worden, so erschöpft man zur Bestimmung desselben nach bekannten Regeln einen kleinen Theil der getrockneten und fein gepulverten Masse mit Aether. Schnittchen von Brod in den Suppen oder Gemüsen nimmt man heraus und behandelt sie gesondert, oder man lässt sie, wenn man sich in der Küche befindet, besser gar nicht einlegen und untersucht sie gleich für sich. Von der Fleischportion trennt man zuerst die Knochen, Sehnen, Knorpel und das Fettgewebe ab; Knochen, Knorpel und Sehnen werden gewogen und entfernt, das Fettgewebe und das rückständige fettfreie Fleisch werden ebenfalls gewogen und dann jedes für sich getrocknet. Von Würsten und anderen Fleischsorten macht man in gleicher Weise eine Trocken- und Fettbestimmung; ebenso wenn es für nöthig erachtet werden sollte, Trockenbestimmungen des Brodes, der Milch etc.

Auf diese Art bekömmt man die Quantität der verwendeten trockenen Nahrungsmittel, deren mittlere Zusammensetzung (an Eiweiss, Fett und Kohlehydraten) aus vielfachen Analysen schon bekannt ist, welche man dann der weiteren Berechnung zu Grunde legt; hält man dies aus irgend einem Grunde für ungenügend, so macht man noch Stickstoff- und Aschebestimmungen in der trockenen entfetteten Substanz. Ich werde auf diese Verhältnisse nochmals zurückkommen. —

II. Die zweite Methode sucht entweder aus dem Gewichte der im Ganzen in einer gewissen Zeit verbrauchten Lebensmittel von bekannter Zusammensetzung und der Zahl der sich dabei sättigenden Personen die Menge des für eine Person im Mittel täglich Gegebenen zu berechnen (Methode II. a.), oder aus dem Verbrauch der Lebensmittel für das Kochen bestimmter Speisen und dem Gewichte einer Portion das Gleiche zu erfahren (Methode II. b.).

Diese Methode ist allgemein brauchbar und gibt ganz verlässige Resultate, namentlich auch dann, wenn die einzelnen Speisen nicht so einfach gekocht sind, sondern aus einer grösseren Anzahl von Nahrungsmitteln und Nahrungsstoffen, z. B. aus Mehl, Milch, Eiern, Zucker bereitet worden sind. In einem solchen Falle lässt die erste Methode, wie schon angegeben, ganz im Stich und wähle ich dieselbe nur mehr dann, wenn letztere absolut nicht mehr durchführbar ist, und zur Ergänzung oder Controle für die nach der Methode II. b. gewonnenen Resultate.

Die richtige Durchführung der Methode erfordert jedoch die gehörige Umsicht und Aufmerksamkeit und sie ist nicht ohne Mühe, da man dabei beständig in der Küche zugegen sein muss. Das Küchenpersonal ist gewöhnlich nicht sehr erfreut über die Störung und betrachtet Anfangs häufig die Wägungen aller Lebensmittel als ein Misstrauen in seine Redlichkeit. In zwei städtischen Anstalten Münchens, in dem Waisenhause und dem grossen Krankenhause, ist es durch eine offene Erklärung der Bedeutung der Maassregel gelungen zum Ziele zu kommen und haben die in beiden Anstalten die Küche besorgenden Ordensschwestern nicht nur nicht das mindeste Hinderniss in den Weg gelegt, sondern getreulich an der Lösung der Aufgabe mitgeholfen. In dem Waisenhause war es der leider verstorbene, für die Angelegenheiten der Stadt unermüdlich besorgte Magistratsrath Riedmayr, der mit der peinlichsten Sorgfalt die Sache leitete und die Wägungen besorgte; in dem Krankenhause unterzog sich Dr. Friedrich Renk der Aufgabe.

a) Im Waisenhause besteht für jeden Tag der Woche ein bestimmter Kostsatz; es wurde nun ermittelt, welche Quantität der Lebensmittel zu jeder der in der Kostordnung festgesetzten Speisen genommen wird, und bei der bekannten Zahl der Kinder die Zusammensetzung der auf eines derselben treffenden Nahrung für jeden Wochentag berechnet.

Es müssen alle Materialien zu den Speisen, bevor sie in den Kochtopf kommen, gewogen werden. Bei vielen Nahrungsstoffen und Nahrungsmitteln z. B. dem Fett, dem Zucker, dem Mehl, dem Brod etc. macht dies gar keine Schwierigkeiten; bei dem Gemüse ist aber sehr darauf zu achten, nur das zum Kochen Benützte zu wiegen, denn die Abfälle sind, namentlich in den späteren Wintermonaten, sehr bedeutend und dürfen natürlich nicht mit in Rechnung kommen. Am misslichsten ist es mit dem Fleische, da man nicht täglich die Erlaubniss erhält, vor der Zubereitung desselben die Knochen und das Fettgewebe abzutrennen; es bleibt dabei nichts Anderes übrig, als wenigstens an einigen Tagen die ganze für einen Tag bestimmte Fleischmasse, welche stets aus dem gleichen Körpertheil ausgehauen wird, in reines Fleisch, Knochen und Fettgewebe zu zerlegen und die erhaltenen Zahlen auch für die anderen Tage zu benützen.

b) In manchen Anstalten z. B. in den Krankenhäusern ist es nicht möglich dieses Verfahren ganz so einzuschlagen, da aus demselben Topfe ungleich grosse Portionen gemacht werden für die verschiedenen Kostsätze der Patienten und auch für das Wartpersonal. In einem solchen Falle ermittelt man wie bei der Methode II. a. das Gewicht der für die

Zurichtung der Speisen nöthigen Substanzen; nachdem man in einer Probe jeder der benützten Substanzen den Gehalt an festen Bestandtheilen bestimmt oder ihn schon vorhandenen Analysen entnommen hat, kann man die in 100 Gramm der trockenen Speise enthaltenen trockenen Substanzen leicht berechnen. Nun wird eine Anzahl von Portionen, wie sie die Kranken erhalten, völlig bei 100° getrocknet und nach der bekannten procentigen Zusammensetzung diejenige jeder Portion durch eine einfache Rechnung gefunden. Die Portionen des gekochten Fleisches werden wie bei der Methode I vorher in Knochen, Sehnen, Knorpel, Fettgewebe und reines Fleisch zerlegt, die Knochen und Sehnen gewogen und das Fettgewebe und reine Fleisch jedes für sich getrocknet. —

Es ist, wie man aus dem Gesagten ersieht, nicht möglich nach der zweiten Methode aus dem Gewichte der in einer Haushaltung verbrauchten Lebensmittel die Grösse der Zufuhr für die Menschen zu bestimmen, da der Betrag der Abfälle unbekannt ist. In den Berichten über die in den Volksküchen verbrauchten Lebensmittel sind die Abfälle nicht angegeben und sind daher die von mir berechneten Zahlen für die Zusammensetzung der Kost in denselben eher zu hoch als zu niedrig gegriffen.

Noch weniger ist es möglich nach den obrigkeitlichen Vorschriften, was die Pfleglinge in einer Anstalt erhalten sollen, eine Berechnung anzustellen, da man nicht weiss, ob die Leute das Vorgeschriebene in Wirklichkeit auch bekommen und gegessen haben.

Nachdem auf die angegebene Weise nach der Methode II die Menge der zu einer Kost verwendeten Nahrungsstoffe und Nahrungsmittel bekannt ist, berechnet man wie bei der ersten Methode nach schon vorliegenden Analysen dieser Stoffe deren Gehalt an Eiweiss, Fett und Kohlehydraten, oder man macht, wenn eine eigene Analyse als nöthig angesehen wird, in Proben der angewandten Substanzen Bestimmungen des Gehaltes an Wasser, Fett, Stickstoff und Gesammtasche. Aus dem Stickstoffgehalte berechnet man den Eiweissgehalt durch Multiplikation mit 6.45, der Rest nach Berücksichtigung des Eiweisses, des Fettes und der Asche wird als Kohlehydrat in Anschlag gebracht.

Für den Zweck, den wir bei solchen Untersuchungen einstweilen verfolgen, sind die Resultate, wenn man auch mittlere Werthe für den Gehalt an Eiweiss, Fett und Kohlehydraten zu Grunde legt, hinlänglich genau. Wir setzen jedoch dabei voraus, dass die verwendeten Lebensmittel von guter Qualität sind.

Ich setze die Werthe für die wichtigsten Nahrungsmittel, wie ich sie grösstentheils meinen Berechnungen zu Grunde gelegt habe, hier bei:

Nahrungsmittel	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	
Ochsenfleisch, rein	75.9	21.9	0.9	—	Voit
Kalbfleisch	78.0	15.3	1.3	—	Wolff
Fettgewebe	3.7	1.7	94.5	—	Voit
Rindsleber	56.0	16.3	3.2	—	Wolff
Hühnerei (Klar u. Dotter)	73.9	14.1	10.9	—	Voit
Eierklar	85.9	13.3	—	—	Voit
Milch	87.1	4.1	3.9	4.2	Voit
Butter	7.0	0.9	92.1	—	Voit
magerer Käse	40.0	43.0	7.0	—	Wolff
Weizenmehl	12.6	11.8	—	73.6	Wolff
Roggenmehl	14.0	11.0	—	71.9	Wolff
Gerste, geschält	12.5	10.0	—	73.5	Wolff
Mais, geschält	13.5	11.0	7.0	67.6	Wolff
Reis	13.5	7.5	—	78.1	Wolff
Hirse	14.0	14.5	—	66.5	Wolff
Kochgries	11.3	11.3	—	69.8	Wolff
Schwarzbrod (1 Tag alt)	46.3	8.3	—	44.2	Voit
Weissbrod (Semmel)	28.6	9.6	—	60.1	Voit
Erbsen	14.3	22.5	—	58.2	Wolff
weisse Bohnen	14.5	24.5	—	55.6	Wolff
Linsen	14.5	26.0	—	55.0	Wolff
Schneidebohnen	91.0	2.0	—	6.2	Wolff
Weisskraut	90.0	1.5	—	7.1	Wolff
Kartoffeln	75.0	2.0	—	21.8	Wolff
gelbe Rüben	85.0	1.5	—	12.3	Wolff
Kohlrabi	87.0	1.3	—	9.5	Wolff
weisse Rüben	92.0	1.1	—	5.3	Wolff

Endlich ist es noch nöthig, über die Ausnützung der dargereichten Kost und ferner darüber, ob der betreffende Mensch dabei sich auf seinem Eiweissbestande erhält, einige Anhaltspunkte zu gewinnen. Zu dem Zwecke muss von dem Menschen, welcher auf die angegebene Weise seine tägliche Kost mit annähernd bekanntem Gehalte an festen Theilen und Eiweiss zuführt, der auf diesen Tag treffende Harn und Koth gesammelt werden. Wenn z. B. das Frühstück um 6 Uhr Morgens eingenommen wird, so wählt man als 24 stündige Beobachtungszeit die von 6 Uhr Morgens des einen Tages bis zur selben Zeit des folgenden. Vor Beginn des Versuchstages, also etwas vor 6 Uhr Morgens wird aller in der Blase befindliche Harn mit Sorgfalt entleert und ebenso am Ende des Versuchstages vor 6 Uhr der letzte Rest des Harns herausgepresst. Da die meist

nicht sehr reichliche Abendmahlzeit wenigstens 10 Stunden vor Beendigung des Versuches verzehrt worden ist, so ist die während des Versuchstages eingeführte Kost am Schlusse desselben völlig verdaut. Der aufgesammelte Harn wird gemessen und in 10c.c. desselben nach der Methode von Schneider und Seegen der Stickstoffgehalt bestimmt. Die Liebig'sche Harnstoffbestimmung gibt bei dem verdünnten Menschenharn ganz unbrauchbare Resultate.

Schwieriger ist es den auf den Versuchstag treffenden Koth zu erhalten. Man kann nur solche Menschen dazu brauchen, welche sich gewöhnt haben, täglich regelmässig vor Beginn eines Versuchstages den Darm zu entleeren. Die Meisten, welche einen geordneten Stuhlgang haben, sind nach einiger Zeit dahin zu bringen. Es enthält dann der Koth die im Darm nicht resorbirten Bestandtheile der Kost vom vorhergehenden Tage. Man wiegt die ganze Kothmenge, trocknet einen kleinen Theil derselben und macht dann darin die Bestimmung des Stickstoffes nach Will-Varrentrapp.

Man erfährt dadurch erstens, wie viel von den festen Theilen der Kost im Koth wieder entfernt wurden und bekömmt also einen Einblick in die Ausnützung der Speisen im Darm; zweitens ergiebt sich aus dem Vergleiche des Stickstoffs in der Kost und dem im Harn und Koth ausgeschiedenen, ob der Körper sich auf seinem Eiweissbestande annähernd erhalten hat oder nicht.

Es müssen natürlich an einer Reihe von Tagen bei den verschiedenen Kostsätzen solche Bestimmungen gemacht werden, um richtige Mittelwerthe zu erhalten. Ich mache noch besonders darauf aufmerksam, dass man von den Leuten in der Ablieferung des Harns und Koths gar leicht betrogen wird oder dass sie sich aus Unverständniss selbst betrügen; man muss die sorgsamsten Vorsichtsmaassregeln treffen, damit man wirklich allen Harn und Koth des betreffenden Tages bekömmt.

Ausserdem gibt die Untersuchung des Harns und Koths eine vortreffliche Controle dafür, ob die ganze Versuchsanordnung in Richtigkeit sich befindet. —

Ueber die Oxydation der Cholsäure mit saurem chromsauren Kali und Schwefelsäure.

Von

Dr. H. Tappeiner,

Assistent am pathologischen Institute zu München.

Schon von mehreren Seiten [1]) ist es als eine Aufgabe der Physiologie bezeichnet worden die Gesammtheit der biochemischen Processe in Reihen von sogenannten chemischen Gleichungen zusammenzufassen, die in qualitativer wie quantitativer Hinsicht ein vollständiges Bild aller im Organismus ablaufenden chemischen Umsetzungen und Zersetzungen entwerfen.

Sollen aber derartige Reihen von Gleichungen dem tieferen Verständnisse der biochemischen Processe den Weg bahnen, so müssen die chemischen Formeln, welche ihre Glieder zusammensetzen, Constitutionsformeln sein. Die Ermittelung der Constitution aller in den chemischen Processen der Organismen thätigen Körper erscheint daher für die Lösung dieser Aufgabe in erster Linie geboten.

Zur Feststellung der Constitution wird in den meisten Fällen zunächst der analytische Weg eingeschlagen, indem man die im Organismus aufgefundenen Körper in einfachere spaltet, deren Constitution schon bekannt ist, um so aus der Constitution der Spaltungsproducte auf die Constitution der Muttersubstanz zurückzuschliessen.

Bei derartigen Untersuchungen im Laboratorium treten nicht

---

1) G. Hüfner, über die Entwicklung des Begriffes der Lebenskraft. A. Emmerling, Beiträge zur Kenntniss der chemischen Vorgänge in der Pflanze.

selten Körper als Spaltungsproducte auf, welche sich auch im Organismus vorfinden. In solchen Fällen ist Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass diese Körper auch im Organismus durch Spaltung derselben Substanzen entstanden sind, aus welchen wir sie im Laboratorium erhalten haben. Und umgekehrt kann die Untersuchung eines Organes auf die Producte der Zersetzung, die ein Körper in ihm erfährt, sehr erleichtert werden, wenn die vorausgehenden Versuche im Laboratorium Fingerzeige ergeben haben, auf welche Körper bei der Untersuchung des Organes besonders zu achten wäre. Wir gewinnen in solcher Weise ohne Zweifel berücksichtigenswerthe Anhaltspunkte für die Verfolgung der chemischen Processe im Organismus selbst.

Von ähnlichen Gesichtspunkten geleitet, war es hauptsächlich die Schule Liebig's, die uns auch in Bezug der chemischen Constitution der Gallenbestandtheile, insbesondere der Gallensäuren die meisten Aufschlüsse verschaffte.

Nach den bahnbrechenden Arbeiten von Theier und Schlosser, Reddenbacher, Gundelach und Strecker sind aus der Literatur darüber nur wenige Angaben zu verzeichnen. So behauptet C. G. Lehmann [1]) durch Schmelzen von Cholsäure mit Kalihydrat Palmitinsäure erhalten zu haben, ohne jedoch über diesen Fund eine irgendwie genauere Angabe zu hinterlassen, aus welcher der thatsächliche Werth derselben sich beurtheilen liesse. Gorup-Besanez [2]) hat die Angabe Lehmann's geprüft und sie nicht bestätigt gefunden. Er erhielt nur niedere Fettsäuren, Propionsäure und Essigsäure. Es findet sich endlich noch eine Angabe von Fröhde [3]), der zufolge er durch Oxydation von Choloidinsäure mit chromsauren Kali und Schwefelsäure eine bisher unbekannte Säure, die er auch unter den Oxydationsproducten des Leimes auffand und desshalb Collinsäure nannte, erhalten habe.

Die Beschreibung, die Fröhde von seinen Versuchen gibt, lassen zwar nicht scharf erkennen, welche Körper er unter den Händen hatte, sie deutet aber an, dass das von ihm benutzte Oxy-

1) Handbuch der physiol. Chemie 1859.

2) Liebig's Annalen Bd. 157.

3) Zeitschrift für Chemie und Pharmacie Bd. 7.

dationsmittel möglicherweise gute Resultate zu liefern vermochte; ich habe desshalb, als ich im chemischen Laboratorium Professor Fittig's zu Tübingen mich zuerst mit Fragen über die Constitution der Cholsäure beschäftigte, auch Versuche in dieser Richtung anzustellen begonnen. Als Oxydationsmittel dienten mir Mischungen von 10 Gramm saurem chromsauren Kali und 15 Gramm concentrirter Schwefelsäure, die mit dem dreifachen Volumen Wasser verdünnt war. Die Cholsäure war durch Kochen von Galle mit Barytwasser dargestellt und aus Alkohol so lange umkrystallisirt worden, bis dieselbe vollkommen rein und weiss war. Mit je einem Gramm dieser Säure und dem angegebenen Oxydationsgemische gefüllte geräumige Kolben wurden mit Rückflusskühlern versehen und auf Sandbädern gelinde erhitzt. Die Einwirkung des sauren chromsauren Kalis und der Schwefelsäure auf die obenaufschwimmende, fein vertheilte Cholsäure ist eine sehr ruhige, allmählige, die Oxydation geht unter fortwährender Entwicklung von Kohlensäure vor sich. Erhitzt man stärker, so wird die Oxydation sehr lebhaft und es kann leicht zu stürmischer Entweichung von Kohlensäure kommen; dabei schmilzt die obenaufschwimmende Cholsäure und wenn nun die Flüssigkeit nicht fortwährend umgeschüttelt wird, so backen die entstehenden festen Oxydationsproducte leicht zu Klumpen zusammen, welche noch unveränderte Cholsäure einschliessen können, deren gleichmässige Oxydation dann schwer zu erreichen ist. Die Oxydation wurde nach 6—10stündiger Dauer abgebrochen. Auf der Flüssigkeit schwimmen feste weisse Massen eingehüllt von einer öligen Schichte, die beim Erkalten der Kolben erstarrt. Die festen Massen wurden von der Flüssigkeit durch Filtration getrennt. Das Filtrat roch stark nach Essigsäure, nach dem Abdestilliren derselben waren weder durch Ausschütteln der Flüssigkeit mit Aether noch durch Prüfung ihres Rückstandes nennenswerthe Mengen von organischer Substanz zu erhalten.

Im Wesentlichen schienen also in Wasser unlösliche Stoffe das Product der Einwirkung von chromsaurem Kali und Schwefelsäure auf die Cholsäure zu sein; dieselben waren Säuren, denn sie lösten sich leicht in Natronlauge und wurden aus der Lösung durch Säuren wieder gefällt. Reste der Oxydationsflüssigkeit, die im Innern der

Massen noch eingeschlossen und daher durch Auswaschen nicht zu entfernen gewesen waren, blieben dabei in Lösung und wurden durch Filtration entfernt. So gereinigt, wurden die unlöslichen Massen in Wasser suspendirt, der Destillation unterworfen. Es gingen mit den Wasserdämpfen ölige Tropfen über, die zu weissen Krusten erstarrend, in den kälteren Theilen des Kühlers sich absetzten und vom Wasser in einzelnen Schollen abgerissen und mit fortgeführt wurden. Der Uebergang erfolgte aber so langsam, dass, obwohl die zum Versuche verwandte Menge von Substanz nur gering war, die Destillation nahezu einen Monat unterhalten werden musste, bis nichts mehr überging, man also zur Annahme berechtigt war, den Destillationsrückstand vollständig von der flüchtigen Säure befreit zu haben. Nun erst wurde zur Untersuchung des Destillats und des Destillationsrückstandes geschritten. Das Destillat enthielt ausser den erwähnten aufgeschwemmten weissen Schuppen keine organische Substanz. Die weissen Schuppen waren unlöslich in Wasser, lösten sich nur schwer in kohlensaurem Natron, leichter in Natronlauge und Ammoniak; die heiss bereiteten alkalischen Lösungen erstarrten beim Erkalten gallertig.

In diesem und dem ganzen übrigen Verhalten zeigten sie sich durchaus den kohlenstoffreichen Gliedern der Fettsäurereihe analog. Auch ihr Schmelzpunkt 53—54° C. deutete auf eine höhere Fettsäure oder ein Gemenge von solchen, eine Vermuthung, die durch eine Analyse des Barytsalzes nahezu zur Gewissheit erhoben wurde. Das Barytsalz wurde durch Fällung der heiss bereiteten alkoholischen Lösung des Ammoniaksalzes durch essigsauren Baryt dargestellt.

Es gaben 0.1467 Gramm des Salzes 0.0431 Gramm kohlensauren Baryt, oder 20.43 % Baryum, eine Zahl, die auf Magarinsäure oder ein Gemenge von Stearinsäure und Palmitinsäure hinwies, denn Margarinsäure erfordert 20.29% Baryum, ein Gemenge von 30 Theilen Stearinsäure und 70 Theilen Palmitinsäure 20.66% Baryum.

Der hierauf untersuchte Destillationsrückstand löste sich vollkommen in Alkohol und krystallisirte hieraus, wie es schien, in Nadeln; dieselben blieben bis 250° unverändert, höher erhitzt, schmolzen sie unter Zersetzungserscheinungen. Nach Auffindung dieser Thatsachen, die unter anderem bereits in einer vorläufigen

Mittheilung der Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft [1]) erwähnt sind, war es mir erst nach einer längeren Unterbrechung in München möglich die Untersuchung fortzusetzen. Es musste bei der Wiederaufnahme derselben vor Allem eine Methode gefunden werden, die eine raschere Trennung der beiden in Wasser unlöslichen Säuren gestattete. Eine solche fand sich im Verhalten ihrer Barytsalze, von denen das der flüchtigen Säure sich unlöslich, das der nicht flüchtigen Säure sich löslich in Wasser erwies und zwar bemerkenswerther Weise in kaltem Wasser mehr als in heissem.

Das Säuregemenge wurde, nachdem es wie bisher durch Auflösen in Natronlauge und nachheriges Fällen gereinigt worden war, in viel Wasser vertheilt, mit Barytwasser versetzt und bei gelinder Wärme digerirt. Es ist nothwendig viel Wasser zu nehmen und die Temperatur nicht hoch steigen zu lassen, um eine Ausscheidung von löslichem Barytsalze hintan zu halten. Nach längerer Einwirkung des Barytwassers wurden die in Lösung gegangenen Barytsalze von den ungelöst gebliebenen durch Filtration getrennt.

Eine andere Methode, das Säuregemenge zu trennen, die auf demselben Principe beruht, aber noch rascher ausführbar ist, ist die, das gereinigte Säuregemenge in starkem Alkohol zu lösen, durch Versetzen mit essigsaurem Baryt in die Barytsalze zu verwandeln und aus dem Niederschlag, der beide Barytsalze enthält, nach dem Filtriren das lösliche Barytsalz mit Wasser auszuziehen. Von den nach solchen Methoden getrennten Säuren beschreibe ich zuerst die nicht flüchtige Säure, vorläufig mit dem Buchstaben A bezeichnet.

I. In Wasser unlösliche Oxydationsproducte.

1. Säure A.

Nach der Trennung ihres Barytsalzes von dem der Fettsäure wurde dasselbe noch einer weiteren Reinigung unterzogen, um allenfalls noch vorhandene Barytsalze anderer Säuren, namentlich unoxydirt gebliebener Cholsäure zu entfernen. Es wurde die Lösung nach dem Ausfällen des überschüssigen Barythydrats als kohlensauren Baryt durch Verdunsten bei niederer Temperatur bis zur beginnenden

1) 1873 pag. 1285.

Krystallisation concentrirt, dann rasch zum Kochen erhitzt, die reichlich während des Erwärmens ausgeschiedenen Massen heiss filtrirt und mit kochendem Wasser ausgewaschen. Mit dem Filtrate und Waschwasser wurde dieses Verfahren wiederholt, so lange durch das Aufkochen noch Niederschläge zu gewinnen waren. Die Filterrückstände wurden in Wasser gelöst und daraus die Säure durch Salzsäure als weisse harzige Masse, die aber rasch erstarrte, gefällt. In Wasser ist die Säure nahezu unlöslich, in Alkohol löst sie sich leicht und krystallisirt aus der heiss bereiteten Lösung vollkommen weiss in langen schmalen mikroskopischen Prismen ohne Krystallwasser, meist mit mehreren zu Büscheln vereint.

In Aether ist die Säure nur wenig löslich, sie krystallisirt beim Verdunsten desselben in, den Krystallisationen aus Alkohol analogen, Formen.

0.9465 Gramm der aus Alkohol krystallisirten Säure verloren beim Trocknen bei 130° bis zu constantem Gewicht 0.0087 Gramm Wasser oder 0.9 in hundert Theilen. Sie nahm längere Zeit auf 150° erhitzt nicht mehr an Gewicht ab, bräunte sich aber allmählich. Die vollkommen weisse, krystallinische, bei 130° getrocknete Säure gab beim Verbrennen mit Kupferoxyd im Sauerstoffstrome:

	Angewandte Substanz	Kohlensäure	Wasser
I.	0.2038	0.4882	0.1496
II.	0.2680	0.6409	0.1962
III.	0,2483	0.5928	0.1761
IV.	0.2336	0.5570	0.1706
V.	0.2947	0.7049	0.2121

Diese Zahlen führen unter Berücksichtigung der aus den Baryt- und Silbersalzen gefundenen Molekulargewichte auf die Formel $C_{40}H_{60}O_{12}$ als fünfbasische Säure, welche auf hundert Theile berechnet, gibt:

	berechnet	gefunden				
		I.	II.	III.	IV.	V.
Kohlenstoff	65.57	65.31	65.20	65.10	65.01	65.24
Wasserstoff	8.19	8.15	8.13	7.87	8.12	7.99
Sauerstoff	26.22	26.54	26.67	27.03	26.87	26.77

Diese Formel würde eine Verdoppelung des Moleküls der Chol-

säure fordern. Es sprechen nun allerdings gegen eine solche keine bekannten Thatsachen, es wäre aber auch möglich, dass die neue Säure ein niedrigeres Molekulargewicht hätte, wenn sie, wie es auch bei der Choloidinsäure und manchen anderen Säuren der Fall ist, aus ihren Salzen zum Theile wenigstens als Anhydrid sich ausschiede. Unter dieser Voraussetzung liessen sich auch Formeln mit kleinerem Molekulargewichte mit den erhaltenen Zahlen in Uebereinstimmung bringen. Die vollständige Analyse eines ihrer Salze wird darüber Entscheidung bringen. Vorerst bemerke ich nur noch, dass der Wasserstoff- und Kohlenstoffgehalt dieser Säure dasselbe Verhältniss hat, in welchem auch in der Choloidinsäure diese Grössen zu einander stehen. Von den Salzen der Säure habe ich bis jetzt untersucht:

Das Kalisalz, dargestellt durch Auflösen der krystallisirten Säure in sehr verdünnter Kalilauge bis zur völligen Sättigung. Es ist leicht löslich in Wasser und Alkohol, krystallisirt aus ersterem in zu Kugeln gruppirten Nadeln, welche hautartig zusammenhängen und sich klebrig anfühlen.

Das Barytsalz, durch Auflösen der krystallisirten Säure in Barytwasser, Ausfällen des überschüssigen Barythydrats durch Kohlensäure, Aufkochen und Filtriren dargestellt, ist in Alkohol sehr wenig, in Wasser leicht löslich, krystallisirt daraus in weissen Krusten von schwer wahrzunehmender krystallinischer Struktur, bei sehr langsamen Verdunsten in feinen, zu Büscheln gruppirten Nadeln.

Wie bereits erwähnt, ist es schwerer löslich in heissem Wasser. Es scheidet sich aus seiner noch ziemlich verdünnten heissen Lösung als feines Pulver ohne deutliche krystallinische Struktur aus, das leicht an den Wänden des Glases sich festsetzt, oder zu knolligen Massen zusammenbackt, die auf das Filter gebracht, so lange sie feucht sind, sich etwas klebrig anfühlen.

Die aus heisser und aus kalter Lösung ausgeschiedenen Salze unterscheiden sich in ihrem Krystallwassergehalte:

1.2560 Gr. des bei 150° bis zu constantem Gewichte getrockneten, in der Kälte abgeschiedenen Salzes wogen lufttrocken 1.4180 Gr., hatten mithin verloren 12.9% Wasser oder 19.2 Gewichtstheile = ein Molekül Wasser auf 68.5 Theile Baryum. 1.0400 Gr. des heiss

abgeschiedenen bei 150° getrockneten Salzes hingegen wogen lufttrocken 1.1335 Gr., verloren daher 8.9 Procent Wasser oder 39.6 gleich zwei Moleküle Wasser auf drei Aequivalente Baryum.

Im Gehalte an Baryt sind beide Salze gleich, es gaben: I. 0.2835 Gr., des in der Kälte ausgeschiedenen Salzes 0.1521 Gr. schwefelsauren Baryt; II. 0.1246 Gr. des in der Kälte ausgeschiedenen Salzes 0.0670 Gr. schwefelsauren Baryt; III. 0.2594 Gr. des heiss abgeschiedenen Salzes 0.1392 Gr. schwefelsauren Baryt.

In hundert Theilen:

Für $C_{40}H_{35}O_{12}ba_5$ gefordert	gefunden		
	I.	II.	III.
32.02	31.61	31.61	31.55

Die getrockneten Salze sind sehr hygroskopisch, ohne zerfliesslich zu sein, sie können nicht in offenen über Schwefelsäure aufbewahrten Gefässen, sondern nur in mit kleinen Korken gut verschlossenen Glasröhrchen gewogen werden.

Das Silbersalz, durch Fällen des Kalisalzes der Säure mit salpetersaurem Silberoxyd dargestellt, ist ein käsiger weisser unkrystallinischer Niederschlag, der in Wasser und Alkohol nur sehr wenig löslich ist und selbst ganz im Dunkeln bereitet und in der Kälte möglichst rasch getrocknet sich sehr rasch schwärzt.

I. 0.4203 Gr. bei 110° getrocknetes Salz gab nach dem Glühen 0.1791 Gr. Silber; II. 0.1792 Gr. analog behandelten Salzes gaben nach dem Glühen 0.0704 Gr. Silber.

In hundert Theilen:

Für $C_{40}H_{35}O_{12}Ag_5$ gefordert	gefunden	
	I.	II.
42.62	42.61	42.63

Ich gehe nun auf die Untersuchung der in Wasser unlöslichen Barytsalze ein.

2. Flüchtige Säure (Fettsäure).

Aus ihrem Barytsalze wurde sie durch Zerlegung mit verdünnter Salzsäure abgeschieden und durch einmaliges Umkrystallisiren aus Alkohol vollkommen weiss erhalten. Um zu entscheiden, ob dieselbe ein chemisches Individuum oder ein Gemenge mehrerer hohen

Fettsäuren sei, wurde eine Menge von 6 Gramm mit essigsaurem Baryt nach Heintz's Vorschrift in zwei Fractionen zerlegt.

Die unzerlegte Säure hatte einen Schmelzpunkt von 54.2° C. Nach der fractionirten Fällung war

		der Schmelzpunkt	der Erstarrungspunkt
Der Fällung	I.	55.3	54.0
des in Lösung gebliebenen Theiles	II.	52.8	50.4

Beide Fractionen wurden nun nochmals durch essigsauren Baryt in je zwei zerlegt, die Schmelz- und Erstarrungspunkte der nun erhaltenen vier Fractionen, die ich von der zuerst gefällten Fraction der Fällung I. ausgehend, mit I a, I b, II a, II b bezeichne, waren:

	Schmelzpunkt	Erstarrungspunkt
I a	56.3	55.0
I b	55.5	54.0
II a	53.7	52.5
II b	56.3	54.5

Das auffallende Resultat dieser Schmelzpunktbestimmungen war mehrfacher Deutung fähig, doch schien es, verbunden mit der Thatsache, dass alle bisher durch die einzelnen Oxydationsversuche auch bei verschiedener Dauer derselben gewonnenen Fettsäuremengen nahezu denselben Schmelzpunkt von 54,° zeigten, darauf hinzudeuten, dass die überwiegende Masse der Säure eine einheitliche und nur von kleinen Beimengungen anderer Fettsäuren, die leicht durch wiederholtes Umkrystallisiren aus Alkohol zu entfernen wären, verunreinigt sei. Es wurden daher sämmtliche bisher erhaltenen Säuremengen mit einer neuen Darstellung vereinigt und die ganze Menge — sie wog ungefähr 25 Gramm — wiederholt aus Alkohol umkrystallisirt und jedesmal auf ihre Schmelzpunkte untersucht. Dieselben sind:

Krystallisation	Schmelzpunkt	Erstarrungspunkt
I.	55.0	53.0
II.	55.5	53.5
III.	55.8	53.8
IV.	56.7	54.8
V.	63.6	59.2
VI.	67.0	64.0

Wie sich zeigt, stieg der Schmelzpunkt bei den drei ersten

Krystallisationen nur wenig, bei den drei letzten aber, die aus viel Alkohol sich ausschieden, sehr rasch. Das Umkrystallisiren wurde nicht weiter fortgesetzt, sondern aus sämmtlichen vereinigten Mutterlaugen der Krystallisationen II, III, IV, V und aus der letzten Krystallisation Barytsalze dargestellt und analysirt. Es gaben zwei Analysen des aus den Mutterlaugen dargestellten Salzes:

I. angewandte Substanz 0.3929 0.2225 schwefelsauren Baryt
II. „ „ 0.4851 0,3710 „ „

Zwei Barytbestimmungen der bei 67° schmelzenden Säure:

I. 0.2531 bei 120° getrocknete Substanz 0.1391 schwefels. Baryt
II. 0.2806 „ „ „ 0.1531 „ „

Die aus den Resten der Barytsalze durch Zerlegung mit HCl dargestellten Säuren wurden mit Kupferoxyd im Sauerstoffstrom verbrannt; vier Analysen der aus den vereinigten Mutterlaugen dargestellten Säure mit dem Schmelzpunkt 55.0 gaben:

I. 0.2482 verbrannte Substanz gaben 0.6796 Kohlensäure 0.2754 Wasser
II. 0.2480 „ „ „ 0.6806 „ 0.2763 „
III. 0.2689 „ „ „ 0.7342 „ 0.2985 „
IV. 0.2688 „ „ „ 0.7329 „ 0.2970 „

Zwei Analysen der Säure vom Schmelzpunkt 67.0 gaben:

I. 0.1500 Substanz gaben 0.4014 Kohlensäure 0.1630 Wasser
II. 0.2650 „ „ 0.7078 „ 0.2827 „

Aus diesen analytischen Daten geht folgendes hervor:

1) Der Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt, der aus den vereinigten Mutterlaugen dargestellten Säure steht genau in dem für die Fettsäurereihe $C_nH_{2n}O_2$ geforderten Verhältnisse; aus den erhaltenen Zahlen berechnet sich die Formel $C_{15}H_{30}O_2$, also einer zwischen der Myristinsäure und Palmitinsäure stehenden Säure.

In Procenten:

	berechnet	gefunden			
		I.	II.	III.	IV.
C_{15}	74.38	74.45	74.74	74.46	74.32
H_{30}	12.39	12.34	12.48	12.33	12.29
O_2	13.22	13.21	12.78	13.21	13.39
ba	22.13	22.33	22.32		

2. Die bei 67° schmelzende Säure enthält mehr Kohlenstoff im

Verhältnisse zum Wasserstoff und auch mehr Sauerstoff als die Glieder der Fettsäurereihe, sie tritt dadurch den Homologen der Ricinölsäuren näher. Da die analysirte Säure jedenfalls noch stark mit anderen Fettsäuren gemengt war, wäre es voreilig, sich jetzt schon eine genaue Feststellung ihrer Formel zu denken. Ich stelle daher mehr beispielsweise die aus der Formel $C_{22}H_{42}O_3$ berechneten mit den gefundenen Zahlen zusammen.

In hundert Theilen:

	gefordert	gefunden I.	gefunden II.
C_{22}	74.57	72.98	72.84
H_{42}	11.86	12.07	11.85
O_3	13.57	14.95	15.31
ba	16.25	16.04	16.15

3. Es ist damit der Beweis geliefert, dass die schon seit längerer Zeit aus physiologischen und pathologischen Beobachtungen gezogene Vermuthung eines nahen Zusammenhanges zwischen Gallebildung und Fettumsatz im Organismus richtig ist.

Ich gehe zur Beschreibung der im Wasser löslichen Oxydationsproducte über.

II. In Wasser lösliche Oxydationsproducte.

Von denselben behandle ich zuerst die flüchtigen. Dass viel Essigsäure vorhanden war, wurde schon früher erwähnt, es blieb zu untersuchen, ob ausser derselben nicht noch andere flüchtige Stoffe zugegen waren. Eine grössere Menge der von den unlöslichen Säuren durch Filtration befreiten Oxydationsflüssigkeit wurde der Destillation unterworfen, bis die übergehenden Dämpfe nicht mehr auf Lackmus reagirten. Das Destillat wurde mit kohlensaurem Natron neutralisirt, durch Verdampfen eingeengt und mit Schwefelsäure versetzt auf's Neue destillirt. Auf den zuerst übergehenden Portionen des Destillates schwimmen ölige Tropfen, die sich in den nachfliessenden Mengen des überdestillirenden Wassers wieder auflösen. Durch den Geruch war nur Essigsäure zu erkennen. Das vorwiegend zuerst erhaltene Destillat wurde zur Darstellung von Baryt-

salzen verwandt und je eine der zuerst und zuletzt auskrystallisirenden Portionen analysirt.

I. 0.4170 Gr. der bei 140^0 getrockneten Substanz gaben 0.3781 schwefelsauren Baryt; II. 0.4733 Gr. der analog behandelten Substanz gaben 0.4303 schwefelsauren Baryt.

Die analysirten Salze haben denselben Gehalt an Baryum wie der essigsaure Baryt, letzterer fordert in hundert Theilen:

gefordert	gefunden	
	I.	II.
53.80	53.31	53.46

Die etwas zu niedrig gefundenen Zahlen deuten auf die Beimischung von kohlenstoffreicheren Säuren; dass dieselben nur in Spuren vorhanden sein konnten, ergibt sich aus der geringen Differenz der gefundenen und berechneten Zahlen, sie verdanken ihren Ursprung wahrscheinlich einer weiteren Oxydation der hohen Fettsäuren. In der von der Essigsäure befreiten Flüssigkeit, welche noch die bei den Versuchen verwandte Schwefelsäure und den durch die Oxydation der Cholsäure aus dem sauren chromsauren Kali gebildeten Kalichromalaun enthält, findet sich nur noch eine organische Säure, aber in sehr geringer Menge. Ich habe dieselbe zuerst bemerkt, als ich die auskrystallisirten Massen des Kalichromalauns untersuchte. Man bemerkt auf dessen Octaëdern aufliegend hin und wieder weisse, kaum sichtbare Blättchen, die unter dem Mikroskope als Aggregate zu Kugeln vereinigter Nadeln sich ausweisen.

Versuche, die Säure durch Entfernen der Schwefelsäure und schwefelsauren Salze darzustellen, scheiterten bisher an den im Verhältniss zur Menge der organischen Säure kolossalen Massen dieser Stoffe.

Rasch, aber allerdings mit einigem Verluste gewinnt man die Säure durch vorsichtiges Abdampfen der Lösungen, sie scheidet sich dabei in krystallinischen Häuten ab, die auf der Flüssigkeit schwimmen und durch Filtration durch Glaswolle von der Flüssigkeit abgeschieden werden. Durch Waschen mit kaltem Wasser werden sie leicht weiss erhalten. Es ist geboten, beim Abdampfen weder die Temperatur zu hoch noch die Concentration der Flüssig-

keit zu stark werden zu lassen, sonst werden die bereits auskrystallisirten Häute rasch unter Kohlensäureentwicklung oxydirt.

Die krystallisirte Säure löst sich in kaltem wie in heissem Wasser nur langsam auf, beim Verdunsten ihrer Lösungen über Schwefelsäure scheidet sie sich nicht in Krystallen aus, sondern bleibt als zähflüssiger Syrup zurück. Beim raschen Abdampfen auf dem Wasserbade in offenen Gefässen hingegen scheidet sie sich in den bereits erwähnten krystallinischen Häuten, deren Elemente zu Kugeln gruppirte feine Nadeln bilden, ab. Die Säure ist nicht flüchtig, bei 196—198^{0} schmilzt sie unter Verflüchtigung. Ob diese ohne Zersetzung geschieht, wurde noch nicht untersucht.

Im Alkohol ist sie leicht löslich, sie krystallisirt daraus in harten glänzenden Krusten, bei sehr langsamen Verdunsten desselben in langen Nadeln. Aether nimmt die Säure ziemlich leicht auf, beim Verdunsten desselben bleibt sie in, den Krystallisationen aus Alkohol ähnlichen, Formen zurück.

Die Alkalisalze der Säure sind in Wasser leicht löslich, ebenso das Barytsalz. Dasselbe wurde durch Kochen der wässerigen Lösung der Säure mit kohlensaurem Baryt dargestellt. Die wässerige Lösung des Salzes scheidet beim Verdunsten nur langsam am Boden und an den Wänden des Gefässes haftende Flocken aus, die aus schlecht ausgebildeten in Kugeln gruppirten Nadeln bestehen. Die Hauptmasse des Salzes bleibt als zähflüssige, nach dem völligen Abdunsten des Wassers spröde glasartige Masse zurück. In heissem Wasser ist das Salz weniger löslich, es fällt beim Erwärmen der noch ziemlich verdünnten Lösung als weisses Pulver aus, das sich, auf ein Filter gebracht, nach dem Ablaufen der Mutterlauge durch Aufnahme von Wasser rasch in eine klebrig-flüssige Masse verwandelt. Das in der Kälte abgeschiedene Salz wurde auf Krystallwasser nicht untersucht; bei 140^{0} getrocknet, nahm es auch längere Zeit auf 200^{0} erhitzt nicht an Gewicht ab, färbte sich aber allmählich bräunlich. Zwei Barytbestimmungen des zuletzt bei 200^{0} getrockneten Salzes gaben:

I. 0.3877 Gr. angewandte Substanz 0.2712 schwefelsauren Baryt
II. 0.2870 „ „ „ 0.1997 „ „

In hundert Theilen:

I. 41.12 Baryum
II. 40.80 „

Das Silbersalz der Säure fällt beim Versetzen der wässerigen Lösung des Ammoniaksalzes der Säure mit salpetersaurem Silberoxyd in weissen Flocken aus, die in Wasser und Alkohol unlöslich sind und in der Kälte sich nur langsam bräunen. Mit dem bei 120° getrockneten Salze wurden drei Silberbestimmungen ausgeführt. Es hinterliessen:

I.	0.2804 Substanz nach dem Glühen	0.1532	reines kohlefreies Silber
II.	0.2535 „ „ „	0.1390	„ „ „
III.	0.2514 „ „ „	0.1376	„ „ „

1.6192 Gramm der durch Abdampfen der reinen wässerigen Lösung der Säure erhaltenen krystallinischen lufttrockenen Säure verloren beim Erhitzen auf 130° bis zu constantem Gewicht 0.0176 Wasser = 1.1 in Procent. Bei 150° längere Zeit erhitzt, bräunten sie sich. Mit Kupferoxyd im Sauerstoffstrome verbrannt, gaben:

I.	0.3545 Gr. Substanz	0.7042 Kohlensäure	0.2056 Wasser
II.	0.4277 „ „	0.8516 „	0.2498 „
III.	0.3202 „ „	0.6419 „	0.1879 „

Die Zahlen führen zur Formel $C_{41}H_{58}O_{22}$.

In hundert Theilen:

	gefordert	gefunden I.	II.	III.
Kohlenstoff	54.54	54.17	54.30	54.68
Wasserstoff	6.43	6.44	6.48	6.52
Sauerstoff	39.03	39.39	39.22	38.80

Die Analysen des Silbersalzes auf 100 Theile berechnet, geben:

gefordert $C_{41}H_{48}O_{22}Ag_{10}$	gefunden I.	II.	III.
54.76	54.63	54.83	54.75

Die bei der Analyse des Barytsalzes gefundenen Zahlen sind zu niedrig:

$C_{41}H_{48}O_{22}Ba_5$ erfordert Baryum	gefunden I.	II.
43.43	41.12	40.78

Da bei der Analyse beider Salze die gleiche Sorgfalt verwandt worden war, ist die Differenz am leichtesten durch die Annahme zu erklären, dass das analysirte Barytsalz ein saures Salz gewesen sei und zwar bloss neun Aequivalente Baryum enthalten habe. Unter dieser Annahme erhält man die Zahlen:

$C_{41}H_{49}O_{22}ba_9$

fordert	gefunden	
	I.	II.
40.84	41.12	40.78

Es werden fernere Untersuchungen zu entscheiden haben, ob die Constitutionsverhältnisse der Cholsäure in der That so verwickelte sind, wie es nach diesen Resultaten den Anschein hat. Weitere Untersuchungen in dieser Richtung behalte ich mir vor.

Mikroskopische Untersuchung des Brunnenwassers für hygienische Zwecke.

Von

Dr. C. O. Harz.

Das Bestreben, der Erkenntniss jener unbekannten Ursachen näher zu rücken, welche, den von uns bewohnten Orten anhaftend, zu Zeiten gefährliche Krankheiten und Epidemieen hervorzurufen vermögen, führt immer mehr zu der Ansicht hin, dass wir es wahrscheinlich nicht mit gewöhnlichen Producten der Vermoderung, Fäulniss und verwandter Zersetzungsvorgänge von in das Erdreich gelangten organischen Substanzen zu thun haben werden, welche jene Erscheinungen verursachen, sondern dass vielmehr in einem, durch jene chemischen Processe vielleicht besonders dazu geeignet gewordenen Boden organisirte, d. h. lebende Gebilde sich entwickeln und vermehren können, welche nun unter gewissen Bedingungen unser Wohlbefinden zu alteriren im Stande sind.

Die Wege und Mittel, deren sich diese vermutheten Organismen bedienen müssen, um uns in jener Weise zu erreichen, sind leider noch ziemlich in Dunkel gehüllt und können gewiss sehr verschiedener Art sein. Sie mögen in unsern Körper eindringen, sich darin vermehren und direct Desorganisationen des Blutes und der Gewebe verursachen; oder sie scheiden vielleicht in Folge ihrer Assimilations- und Wachsthumsprocesse giftige Verbindungen aus, welche unserem Organismus verderblich werden. Sie können uns durch die verschiedenste Art und Weise erreichen. Häufig nimmt man jetzt an, dass sie insbesondere durch das Trinkwasser, wohl auch durch das Nutzwasser zu uns gelangen, indem sie durch die Verdauungswege,

durch die Lungen oder die Haut, Wunden u. s. w. in unser Inneres direct als solche oder indirect in Form ihrer Ausscheidungsproducte eindringen. Wie leicht wäre es möglich, dass diese noch unerkannten, vielleicht schon längst gekannten Organismen durch das Nutzwasser in grösster Menge in unsere Wohnräume gelangen, hier sich nun einnisten, acclimatisiren und, durch gewisse Arten von Schmutz und Unreinigkeiten zu üppiger Wucherung gelangend, im geeigneten Momente die hiefür empfänglichen Inwohner inficiren.

Die Thatsache, dass reinlich gehaltene Wohnräume im Allgemeinen gesünder sind als unreinliche, hängt vielleicht damit zusammen, dass jene, in einer Wohnung einmal gelangten und hier sich zu entwickeln beginnenden Keime, durch die häufig vorgenommenen Reinigungen der erstern, in ihrer Entwickelung fortwährend gestört, vielleicht gänzlich vertilgt werden.

Es scheint mir daher bei dem jetzigen, noch so unvollkommenen Stande unseres Wissens über diese geheimnissvollen Verhältnisse, die Sorge für ein gutes Nutzwasser ebenso wichtig zu sein als die für das Trinkwasser. Wem dürfte es unbekannt sein, dass selbst da, wo auf gutes Trinkwasser und auf Reinlichkeit die peinlichste Sorgfalt verwendet zu werden pflegt, gerade beim Nutzwasser jede Vorsicht ausser Acht gelassen wird. Zu diesem letzteren hält man das schlechteste noch für hinreichend gut und benützt es dazu, selbst für den Fall, dass mit ein klein wenig mehr Arbeitsaufwand gutes Wasser zu erhalten wäre. Und wie nahe liegt die Gefahr, durch Aufwaschung eines Fussbodens mit einer derartigen Flüssigkeit Tausende von Krankheitskeimen in den Wohnraum zu bringen und ihnen zur Weiterentwickelung so selbst behilflich zu sein.

Mit grossem Rechte hat daher von Pettenkofer, ohne Zweifel durch ähnliche Erwägungen geleitet, schon wiederholt auf die Möglichkeit einer Infektion durch Nutzwasser hingewiesen [1]) und erst kürzlich wieder darauf gedrungen, dass bei einer etwaigen Neuversorgung Münchens mit gesundem Trinkwasser, dieses in solcher Menge herzuleiten sei, dass auch der Bedarf für Nutzwasser dadurch voll-

1) von Pettenkofer: Ist das Trinkwasser Quelle von Typhusepidemieen? Zeitschrift für Biologia. Bd. X. p. 507.

ständig gedeckt und dass das schlechte Wasser auch für letztere Zwecke ausgeschlossen werde.

Schon seit Jahren neigt man ziemlich allgemein zu der Ansicht hin, dass das unbekannte, Krankheiten erregende Etwas unter uns, besonders in einem durch organische Stoffe verunreinigten Boden sich bilde und nun von hier aus, zu uns gelange. Als besonders günstiger Wohnort und zugleich als geeignetster Uebermittler desselben wurde das Grundwasser betrachtet, das besonders als Trinkwasser geeignet war, die Bewohner durch jenes Gift zu inficiren. Man versuchte daher zunächst auf chemischem Wege dem fernen Ziele näher zu rücken. Zuerst waren es besonders die Bodenarten, welche auf diese Weise bearbeitet wurden und als es damit nicht vorwärts gehen wollte, schritt man zur Analyse des Grund- und Trinkwassers selbst. Die Zahl dieser Wasseruntersuchungen nahm an Menge und Güte von Jahr zu Jahr zu und sie sind derzeit erfreulicher Weise in stetem Wachsen und in fortschreitender Verbesserung begriffen. Wir sind jetzt durch sie in die günstige Lage gesetzt, von sehr vielen Brunnen ganze Reihen von Analysen zu besitzen, welche, von Monat zu Monat, selbst wöchentlich ausgeführt, durch Jahre hin fortlaufen, uns so eine vollständige chemische Geschichte dieser Wasser darlegen.

Die chemische Untersuchung eines Brunnens, besonders wenn sie fortlaufend durch längere Zeit ausgeführt wird, ist sicher von ausserordentlichem Werthe und kann uns über die Natur und Abstammung desselben die schätzbarsten Aufschlüsse geben; sie wird daher niemals aufgegeben werden dürfen. Nichts destoweniger legt man bis heute noch derselben einen viel zu grossen Werth bei, indem man übersieht, dass die Aufschlüsse, die sie zu ertheilen fähig ist, doch nur bis zu einer gewissen Grenze gehen und dann aufhören maassgebend zu sein. Wie häufig kömmt es doch vor, dass zwei oder mehr schon äusserlich sehr verschiedene Wasser, von physikalisch sehr diverser Beschaffenheit u. s. w. bei der chemischen Untersuchung ganz dieselben Resultate ergeben. Hier hören die unterscheidenden Reaktionen des Chemikers auf und nur das Mikroskop wird jetzt noch im Stande sein, weitere Unterschiede zu constatiren. Gleich wie der Zoologe und der Botaniker in irgend



einer Gegend zahllose Eigenthümlichkeiten und Verschiedenheiten an der Flora und Fauna allein schon bemerkt, die sich durch die chemische Analyse nicht finden lassen, so kann auch nur der Mikroskopiker noch Verschiedenheiten von Brunnenwassern zur Anschauung bringen, welche durch keine chemische Reaktion mehr angedeutet werden; ja selbst chemische Verbindungen, welche wegen ihrer allzu geringen Menge durch die Analyse nicht mehr zu bestimmen sind, wie Spuren von Kieselsäure, in der Form winziger Diatomeen vorhanden, werden von letzterem noch mit grösster Sicherheit erkannt.

Der Nutzen, den in solchen Fällen (die bei jedem Wasser eintreten) das Mikroskop gewähren kann, ist zu augenscheinlich, als dass er je von einer Seite hätte bestritten werden können, wenngleich derselbe bis jetzt noch zum grössten Theile, allerdings nicht ganz ohne Schuld der Mikroskopiker, verkannt wird. Die von der Mikroskopie zu erwartenden Vortheile wurden insbesondere in's Bewusstsein gerufen, als mehrere Aerzte unter denen besonders John Simon, später Lebert und Andere zu nennen sind, die Aufmerksamkeit auf die Nachtheile hinlenkten, welche ein schlechtes Trinkwasser auf den Gesundheitszustand ganzer Bevölkerungen auszuüben vermag.[1]) Die im April 1867 zu Weimar tagende Cholera-Conferenz brachte diese Ueberzeugung insbesondere zur Geltung, indem sie es einstimmig aussprach, dass künftighin bei den Untersuchungen über die Beschaffenheit der Trinkwasser neben der chemischen Analyse das Mikroskop herbeigezogen werden müsse, wofern künftighin bessere Resultate erzielt werden sollten.

Jedoch ungeachtet dieser, seitdem immer mehr zur Wahrscheinlichkeit gewordenen Ueberzeugung, dass bei den Wasseruntersuchungen nur das Mikroskop entscheidende Endresultate herbeiführen könne, finden wir doch in der zu hygienischen Zwecken unternommenen mikroskopischen Forschung eher einen Rückgang, als Fortschritt, wie die höchst geringe Zahl mikroskopischer Brunnen-

---

1) Uebrigens ist die Idee, dass gutes Trinkwasser für das gesundheitliche Gedeihen der Bevölkerung unumgänglich nothwendig sei, eine uralte, und sprechen hiefür die grossartigen Aquädukte der alten Völker ebenso beredt, als die in unserer Zeit von Städten für ferne Herbeileitung guter Quellen verausgabten Millionen.

analysen genügend darthut. Zudem können die wenigen vorliegenden Arbeiten dieser Art, obgleich von berühmten Forschern ausgeführt, für die Hygiene einen nur untergeordneten Werth besitzen, da sie einerseits in ungenügender Zahl ausgeführt sind, andererseits aber durchaus keine Garantie dafür zu geben im Stande sind, dass bei den selbst höchst sorgfältig unternommenen Untersuchungen durch die ausgezeichnetsten Botaniker, nicht höchst wesentliche Organismen völlig übersehen wurden. Sie könnten endlich nach der von den bisherigen Forschern ausgeführten Methode niemals eine ausgedehnte Anwendung erfahren, was wiederum für hygienische Bedürfnisse unerlässlich ist, da ihre Ausführung viel zu zeitraubend ist und andererseits nur durch sehr erfahrene Mikroskopiker unternommen werden könnte.

Die geringe Zahl der mir bis jetzt aus der Literatur bekannt gewordenen mikroskopischen Brunnenanalysen stammt von Hassal[1]), Cohn[2]), Radlkofer[3]) und Thomé[4]), von denen mir die erstere leider nur aus einem Citate Cohn's im Titel bekannt wurde.

Mit Ausnahme der Methode Thomé's stimmen alle mehr oder weniger darin überein, dass entweder grössere Mengen des zu untersuchenden Wassers während einiger Zeit der Ruhe überlassen bleiben, worauf die am Grunde des Gefässes oder auf der Oberfläche, besonders am Rande sich abgeschiedenen Organismen, oder die als Flocken in der Flüssigkeit suspendirten etc. organischen Bestandtheile unter dem Mikroskope näher untersucht wurden. Oder in anderen Fällen wurde der Schlamm des fraglichen Brunnens herausgenommen und untersucht.

Die Nachtheile und Mängel dieser Methoden, die sich bei aller Vorsicht unmöglich umgehen lassen, sind zu augenscheinlich, als

---

1) Hassal, A. H. A microscopical examination of the water's supplied to the inhabitations of London and the suburban districts. London 1850.

2) Cohn, Fr. Ueber lebende Organismen im Trinkwasser; Jahresbericht d. Schles. Ges. 1853; 1866. Cohn Fr.; Günsburg's Zeitschrift für klin. Medicin. Bd. IV. Cohn Fr. Ueber den Brunnenfaden etc.; Biol. d. Pfl. I. 1870.

3) Radlkofer, Mikroskopische Untersuchung der organischen Substanzen in Brunnen; Zeitschrift für Biologie. Bd. I. pag. 26.

4) Thomé, O. W. Zur mikroskopischen Untersuchung des Brunnens; Zeitschrift für Biologie. Bd. III. pag. 258.

dass sie nicht von Jedermann sofort sollten erkannt werden. Denn in dem ersteren Falle konnte allzu leicht Vieles übersehen werden. Man rühre beispielsweise einige hundert Zellen der Palmella uvaeformis oder des Scenedesmus obtusus, die gewiss nicht zu den kleinsten einzelligen Algen gehören, unter ein Glas voll Wasser und man wird sich überzeugen, wie schwierig es hält, auch nur einige dieser Zellen unter dem Mikroskope wieder zu finden. Dann wird es ferner höchst schwierig, in vielen Fällen unmöglich, einzeln vorkommende Zellen nach ihrer Herkunft sicher zu bezeichnen, selbst wenn man in der Bestimmung einfachster Kryptogamen grosse Gewandtheit besitzt; es würde nothwendig sein, vorerst umständliche Kulturversuche anzustellen, welche wiederum so leicht zu einer Quelle zahlloser Täuschungen werden können. Niemand würde stets sich in der Lage befinden, mit Bestimmtheit zu behaupten, dass eine einzelne vorgefundene, etwa grüne Zelle zu Palmella oder Pleurococcus und nicht zu Chlorococcum u. s. w. gehöre. Wer endlich kann bestimmt wissen, ob ein unter dem Deckglase gefundenes Bacterium nicht während der Vorbereitungen von aussen her unter dasselbe gelangt sein könnte. Wird dagegen Brunnenschlamm untersucht, so mag man in der Regel eine reichlichere und sicherer bestimmbare Ausbeute erhalten, allein Niemand wird zugeben, dass eine Untersuchung des Schlammes denselben Werth als die des dazu gehörigen Wassers besitze.

Thomé [1]) erkannte diese Missstände zuerst und suchte ihnen dadurch abzuhelfen, dass er nach Zusatz von organischen Stoffen, Kulturen einzuleiten beabsichtigte, die er indess bis heute in grösserer Menge nicht zur Ausführung brachte. Der von ihm hierzu benützte Apparat ist aber trotz möglichster Einfachheit doch zu complicirt, um seine Anwendung in grösserem Maassstabe mit Leichtigkeit zu gestatten. Seine Methode wird aber dadurch geradezu unbrauchbar für unsere Bedürfnisse, dass er dem zu untersuchenden Wasser „gährungs- oder fäulnissfähige Stoffe" beifügen will. Durch einen Zusatz derartiger Körper verändert man nämlich den Charakter eines jeden Wassers vollständig und verwandelt das beste Wasser zwecklos in ein schlechtes. Die in einem solcherweise ver-

1) Thomé, l. c. p. 258 u. ff.

änderten Trinkwasser ursprünglich und normal enthaltenen Keime würden, sich nun unter vollkommen veränderten Verhältnissen befinden und einen diesen entsprechenden Entwicklungsgang einschlagen; ja sie könnten vollständig untergehen und an ihrer Stelle neue, dem Wasser ursprünglich völlig fremde, auftreten. Es wird diess aus Folgendem unzweideutig erhellen: Entnehmen wir einem Brunnen behufs Untersuchung eine Probe Wassers, so lässt sich hierbei der Einfluss der jenen umgebenden Atmosphäre unmöglich umgehen; denn es wird dieselbe entweder während des Einfüllens der Probe gleichzeitig mit dem Wasser und sammt den in ihr suspendirten Keimen in die Flasche eindringen oder falls diess zu verhindern wäre, würde sie, weil stets mit der Wasseroberfläche des Brunnens in Berührung, schon längst verschiedene Keime in jenen gebracht haben. Man kann also jede beliebige Vorsicht beim Entnehmen einer Wasserprobe aus einem Brunnen anwenden, so wird doch niemals zu vermeiden sein, dass Keime aus der Luft in jene gelangen. Gelangen aber aus der Luft die Keime von Organismen oder diese selbst in das Wasser eines Brunnens, so entwickeln sich diese nur dann in demselben, wenn ihnen jenes die zu ihrem Gedeihen nothwendigen Bestandtheile liefert und sie bilden nun einen integrirenden Theil dieses Wassers; bietet ihnen aber das letztere die zu ihrem Fortkommen nöthigen Verbindungen nicht, so gehen sie zu Grunde und können daher vollkommen bei der Untersuchung vernachlässigt werden.

Aus diesen Gründen, zu denen sich noch andere gesellen würden, darf daher die einen Brunnen umgebende Atmosphäre sammt den ihr enthaltenen organischen Keimen niemals als Verunreinigungsmoment bei der Untersuchung betrachtet werden.

Völlig anders aber gestalten sich diese Verhältnisse, wenn einem Wasser, wie Thomé vorschlägt, „gährungs- und fäulnissfähige Stoffe" beigefügt werden. Hier kann dieser Zusatz bewirken, dass jene aus der Atmosphäre in den Brunnen gelangten Keime, die unter den normalen Verhältnissen zu Grunde gegangen wären, sich nunmehr unter veränderten Bedingungen lebhaft zu entwickeln und zu vermehren vermögen, während gleichzeitig die sonst normal vorhandenen Organismen nicht mehr gedeihen könnend, zu Grunde gehen.

So bietet denn keine der bisherigen Methoden das, was wir verlangen müssen, falls sie in gedeihlicher und zweckentsprechender Weise zur Ausführung gelangen sollen. Die vielfachen Bedenken, welche sich gegen dieselben erheben lassen, sowie die theilweise grossen Schwierigkeiten, welche sich der Untersuchung entgegenstellen sind daher auch als hauptsächlichste Ursachen zu betrachten, weshalb jene Brunnenuntersuchungen keine Nachfolger gefunden haben, vielmehr Jeden, der sie gerne begonnen hätte, wieder abschrecken mussten; denn wer würde eine, Jahre währende mühsame Arbeit beginnen und fortsetzen, wenn sie nur nach einer Methode zweifelhaften Werthes auszuführen wäre?

Von einer, für hygienische Zwecke verwerthbaren Methode, müssen nach meiner Ansicht folgende Bedingungen erfüllt werden:

1. Es müssen durch einen Untersucher mit einer gewissen Leichtigkeit möglichst zahlreiche Wasserproben im Verlaufe einiger Stunden untersucht werden können.

2. Die Ausführung muss auch für Solche ermöglicht sein, welche noch keine sehr grosse Fertigkeit im Bestimmen niederer Organismen besitzen, sich aber allmählig jene zu erwerben wünschen.

3. Die hierbei erzielten Resultate müssen frei sein von dem Verdachte grober Täuschungen und insbesondere muss jede Verunreinigung von Aussen leicht zu vermeiden sein.

4. Sie soll die Menge der in einem Wasser enthaltenen organischen assimilirbaren Stoffe beiläufig angeben, wobei mit der gleichzeitig auszuführenden chemischen Analyse eine gewisse Uebereinstimmung sich zeigen wird.

5. Die betreffenden Brunnen sind wenigstens alle Monate, besser wöchentlich, einige Jahre hindurch fortlaufend zu untersuchen.

Ein, diesen Punkten, wie ich glaube ziemlich entsprechendes, höchst einfaches Verfahren, Wasseruntersuchungen unter dem Mikroskope auszuführen, wendete ich zum ersten Male im Spätsommer 1874 an, als ich während meiner Studien über den Milzbrand in den Tölzer Alpen auch das Brunnenwasser der dortigen verseuchten Alpen theilweise in den Kreis meiner Untersuchungen zog. Sie ist folgende:

Eine mittels Aether, concentrirten Alkohols, oder concentrirter

Mineralsäuren wohl gereinigte, gut verschliessbare Flasche wird an Ort und Stelle auf's Neue und zu wiederholten Malen mit dem zu untersuchenden Brunnenwasser ausgewaschen und schliesslich bis auf 1/3 oder 1/4 ihres Inhaltes damit angefüllt, darauf mittels Kork wohl verschlossen und mit Papier, besser mit genässtem Pergamentpapier zur Abhaltung von Staub etc. bedeckt. Nun bleibt die Flasche 14 Tage bis mehrere Wochen an einem mässig beleuchteten Orte sich selbst überlassen.

Besondere Schwierigkeiten bieten sich nicht bei dem Einfüllen der Flaschen. Diese werden der Billigkeit halber am besten mit Mineralsäuren gereinigt. Man entfernt die letzten Reste derselben erst an Ort und Stelle; diess muss in der Weise geschehen, dass das Gefäss mehrmals bis zum Ueberlaufen angefüllt, dann durch weiteres theilweises Füllen, Umschütteln etc. vollständig von der Säure befreit und nun gefüllt wird. Eine Verunreinigung ist hierbei nicht möglich. Das Aufbewahren geschieht am besten an einem nach Norden gelegenen Fenster.

Man erlangt hierdurch folgende Vortheile:

1. Das Wasser bleibt genau in dem ursprünglichen Zustande.

2. Der wasserfreie Theil der Flasche enthält mehr als genügende Mengen von Sauerstoff, um die in ihm enthaltenen Keime zur Entwicklung zu bringen, welche letztere so dieselben Verhältnisse, wie im Brunnen selbst geniessen.

3. Eine Verunreinigung von aussen ist bei einiger Sorgfalt unmöglich und das Verfahren selbst ist so einfach, dass grosse Mengen von Proben mit Leichtigkeit während eines Tages gesammelt und später zu beliebiger Zeit untersucht werden können.

Die Länge der Zeit, während welcher man das gesammelte Wasser zur ruhigen Entwicklung der in ihm enthaltenen Organismen, sich selbst überlassen muss, ist sehr verschieden und variirt nach der Art der in ihm enthaltenen Keime sowohl, als insbesondere nach der Jahreszeit von 8 Tagen bis zu 4 und 6 Wochen. Im Allgemeinen kann man die Dauer von 4 Wochen als Durchschnittszeit betrachten. Das Wasser bleibt während dieser Zeit klar oder es trübt sich; nach einigen Tagen oder Wochen bemerkt man auf dem Boden des Gefässes oder (meist etwas später) an den Seitenwand-

ungen desselben Inselchen oder feine Ueberzüge auftreten von grüner, spangrüner, röthlicher oder brauner etc. Färbung, welche sich nun allmählig verbreitern und vergrössern. Auch Fäden, Flocken und feine Häute treten auf und wachsen heran. Diese Bildungen nehmen sichtlich an Masse zu bis die ganze Vegetation, meist nach 3—4 Wochen allmählig aufhört sich zu vermehren; es ist jetzt der Höhepunkt der Entwicklung erreicht und der Rückschritt wird vorbereitet. Die bis dahin lebhaften Farben beginnen gewöhnlich in der 5. oder 6. Woche etwas matter zu werden, viele Organismen sterben jetzt ab und die Leichen bleiben als weisse Flöckchen zwischen den noch lebenden, und auf Kosten jener sich kümmerlich fristenden, liegen, bis nach und nach, sehr langsam, das Absterben auch die letzten Zellen erreicht. Hierzu können indess ausserordentlich grosse Zeiträume, selbst bis über ein Jahr, erforderlich sein.

Es ist wohl selbstverständlich, dass man nicht zuwartet, bis derartige Rückschritte vor sich gegangen, sondern man sucht wo möglich die in der Flasche entwickelten Organismen zur Zeit ihrer schönsten Entfaltung zu untersuchen. Dieser Punkt ist bei einiger Uebung leicht zu treffen, da das plötzliche Stillestehen in der Vermehrung der vorhandenen Algenrasen, nachdem eben zuvor noch rasches Wachsthum zu bemerken war, einigermaassen leicht bemerkt wird; auch können mehrere Tage Verspätung von keinem wesentlichen Nachtheile sein, da das Absterben oft erst 14 Tage nach Erreichung der höchsten Entwicklung beginnt. Sämmtliche Phasen folgen um so schneller aufeinander, je mehr Licht und Wärme auf die zu untersuchenden Wasserproben einwirken.

Die Untersuchung selbst bietet keinerlei Schwierigkeiten, die auf der Wasserfläche schwimmenden Häute und Flocken werden abgehoben, die in der Flüssigkeit suspendirten Theile auf beliebige Weise, etwa durch vorsichtiges Abgiesen des Wassers, mittels Pipette etc. herausgenommen und untersucht. Die grösste Menge der gebildeten Organismen pflegt indess den Gefasswänden fest anzuhaften, von denen sie dann auf irgend eine Weise abgenommen werden. Die Bestimmung der einzelnen Formen kann gewöhnlich sehr leicht geschehen, da dieselben in allen Stadien der Entwicklung vorhanden zu sein pflegen.

Bei einigermaassen gleichmässiger Behandlung erhält man nach dieser Methode stets entsprechende und unter sich vergleichbare Resultate.

Je grösser die Menge der in einem Wasser enthaltenen organischen und organisirten Bestandtheile ist, um so rascher und um so reichlicher werden sich Organismen in derselben Zeit heranbilden, um so langsamer und spärlicher im entgegengesetzten Falle. Man ist so in der Lage, schon ohne jede chemische und mikroskopische nähere Untersuchung nach Ablauf einiger Wochen bestimmen zu können, ob und um viel ungefähr das eine Wasser geringern Werth besitzt als ein anderes. In allen Fällen aber wird am Ende der Vegetationszeit die Summe aller entstandenen Organismen genau entsprechen müssen der Menge der ursprünglich in dem Wasser enthaltenen assimilirbaren organischen Substanzen, was dann die chemischen Analysen zu bestätigen hätten.

Sehr nützlich, vielleicht nothwendig dürfte es sein von jeder Probe einige Flaschen gleichzeitig anzusetzen, um sie zu verschiedenen Zeiten der Entwicklung öffnen und untersuchen zu können. Es würde sich dadurch herausstellen, ob nicht einzelne Formen Anfangs üppiger, als andere sich entwickeln, ob nicht einzelne später zu Grunde gehen. Man würde dadurch ferner gleichzeitig eine werthvolle Kontrole für die übrigen Flaschen besitzen.

Ist eine Flasche einmal geöffnet worden, so muss sie auch sofort untersucht werden und kann für spätere Beobachtungen nicht mehr maassgebend sein.

So erhalten wir denn auf diese Weise mit Leichtigkeit ein getreues Bild des in dem Brunnen sich entwickelnden organischen Lebens, nur mit dem Unterschiede, dass ursprünglich vereinzelte, leicht zu übersehende Individuen nunmehr durch Vermehrung zu ganzen Kolonieen herangewachsen und die theilweise schon dem unbewaffneten Auge durch eigenthümliche Färbung u. s. w. erkennbar geworden sind. Die Zahl der in einem Brunnen vorkommenden Arten pflegt in der Regel keine sehr grosse zu sein; es kommt selbst nicht selten vor, dass nur eine einzige Species vertreten ist.

Mit der einmaligen Ausführung einer mikroskopischen Untersuchung darf man indess sich nicht begnügen.

In derselben Weise, wie der Chemiker bei der Untersuchung des Wassers eines und desselben Brunnens wöchentliche, selbst tägliche Schwankungen constatirt, verhält es sich auch hinsichtlich der Flora und Fauna desselben. Formen, welche zu einer Zeit in Menge vorhanden sind, können bald darauf gänzlich verschwunden, dafür vollständig neue aufgetreten sein, so dass bei anscheinend gleichen äussern Verhältnissen das organische Leben fortwährend in Veränderung begriffen ist. Im Frühjahre finden sich andere Wesen, als im Sommer, Herbst und Winter; zu Regenzeiten andere, als während lange anhaltender Trockenheit. Luftströmungen oder Regengüsse können Eindringlinge aus weiter Ferne herbeiführen und durch sie die früheren Inwohner gänzlich oder theilweise zu Grunde gehen. Verschiedenheiten in der chemischen Zusammensetzung grösserer oder geringerer Gehalte an organischen und unorganischen Stoffen werden gewiss ähnliche Vorgänge hervorrufen; so ist z. B. mit dem Steigen und Fallen des Grundwassers nach den Mittheilungen des Herrn Stabsarztes Dr. Port eine jedesmalige Zu- und Abnahme der organischen und unorganischen Verbindungen in demselben verknüpft.

Besonders gross werden aber die Unterschiede eines Brunnens ausfallen, wenn in dem Bereiche desselben ausserordentliche Veränderungen stattfanden. So z. B. bei Eröffnung neuer Senkgruben, von Abzugskanälen u. s. w., welche ein vollständiges Absterben der früheren Organismen und Neuauftreten bisher nicht vorgekommener zur Folge haben können. Wie häufig kommt es doch vor, dass ein früher vorzüglicher Brunnen auf einmal ungeniessbares Wasser liefert, ohne dass man sofort im Stande wäre, die Ursache zu entdecken, welche vielleicht in der Tieferlegung einer Düngerlege, in der Zerstörung einer cementirten Mauer oder der Entfernung einer Lehmschichte etc. zu suchen wäre.

In allen diesen Fällen wird es stets das Mikroskop sein, welches zuerst die tief eingreifenden Veränderungen, die vor sich gegangen sind, wahrnehmen kann und auf ihre möglichen Ursachen wird hinzuweisen vermögen.

Aus allen diesen und zahlreichen andern Gründen müssen wir also möglichst häufig, vielleicht von Woche zu Woche jedes fragliche

Trinkwasser genau untersuchen. Diese Untersuchungen aber müssen, sofern man etwas von ihnen erhoffen will, Jahre lang fortgesetzt werden, damit wir durch sie, in gleicher Weise wie durch die chemischen Analysen, eine Geschichte dieses Brunnen, d. h. der in ihm vorkommenden organisirten Gebilde erhalten. Haben wir dann auf diese Weise alle die Organismen kennen lernen, welche in den Brunnen einer Stadt zu den verschiedenen Zeiten vorkommen und es sind daselbst zu wiederholten Malen Epidemieen aufgetreten, so haben wir nur die Geschichte der einzelnen Brunnen durchzustudiren, um auf den einen oder andern verdächtigen Organismus auf dem Wege der Vergleichung hingewiesen zu werden. Die verdächtigen Pflanzen oder Thiere werden wir dann in möglichst grosser Zahl kultiviren, um sie zu Fütterungsversuchen oder zu ähnlichen Experimenten zu verwenden.

Obiges ist nach meiner Ansicht der einzige Weg, welcher, vielleicht in etwas verbesserter Form betreten, geeignet sein dürfte, uns einen Schritt zur Erkenntniss jener geheimnissvollen Krankheitserreger weiter zu führen.

Gewiss hat jede Epidemie ein, ihrem Ausbruche vorangehendes Inkubationsstadium und wenn eine solche nun durch ein im Trink- oder Nutzwasser lebendes Gebilde erzeugt worden wäre, so könnte dasselbe, nach dem oben Ausgeführten, beim Ausbruche der Krankheit längst wieder verschwunden sein. In diesem Falle wäre es daher völlig nutzlos das verdächtige Wasser zu untersuchen, denn man müsste jetzt dessen absolute Unschädlichkeit constatiren. Nur die Vergleichung einer, durch Jahre fortlaufenden Geschichte der Organismen solcher Brunnen, namentlich bei Berücksichtigung mehrerer aufeinander gefolgten Epidemiejahre, könnte zur Entdeckung jenes Krankheitserregers führen.

Am leichtesten würde man vielleicht zu einem Resultate gelangen, wenn man sämmtliche Brunnen, welche Trink- oder Nutzwasser liefern, von zwei möglichst nahe gelegenen Orten, von denen der eine als constant immun, der andere als verseucht bekannt ist, von Woche zu Woche einige Jahre hindurch mikroskopisch und chemisch untersuchen würde.

Ich lasse hiermit die mikroskopischen Analysen von zwölf, je

250 Gramm betragenden Wasserproben folgen, welche nach der von mir oben angeführten Methode von verschiedenen Brunnen sehr zerstreuter Orte Münchens gesammelt und behandelt wurden. Die hierzu verwendeten Trinkwasserproben zeigten ursprünglich, d. h. zur Zeit des Einfüllens in die Flaschen scheinbar alle Eigenthümlichkeiten eines gesunden Wassers; sie waren krystallhell, farb- und geruchlos, von angenehmem Geschmacke und liessen damals bei der sorgfältigsten Untersuchung keine oder kaum bemerkenswerthe vereinzelte Zellen von schwierig zu definirender Abstammung erkennen. Später zeigte sich, dass sie alle mehr oder weniger reich waren an organischen Substanzen und an Organismen, die sich rasch und in Menge darin vermehrten. Es ergaben sich nämlich folgende Resultate:

I. Pumpbrunnen des Hauses in der Schellingsstrasse Nr. 30.

Gesammelt den 26. Mai 1875; geöffnet und untersucht den 8. Juli.

Nach 12—14 Tagen zeigten sich am Grunde des Gefässes kleine, bis hirsekorngrosse grünliche und gelblichgrünliche Räschen, welche nach einigen Tagen anfingen sich theilweise rothbraun zu färben. Sie nahmen in den nächstfolgenden Tagen an Zahl und Grösse zu, um endlich nach 14 Tagen in der Weiterentwickelung stille zu stehen. Bei der behufs mikroskopischer Untersuchungen den 8. Juli vorgenommenen Entkorkung zeigte sich das Wasser klar, farb- und geruchlos, ohne jeden Beigeschmack. Es enthielt keinerlei suspendirte Organismen. Die oben erwähnten Räschen, welche inzwischen alle rothbraun geworden, hafteten der Gefässwandung fest an und bestanden ausschliesslich aus Aphanocapsa brunnea N., einer chlorophylllosen Alge. Sie befand sich zum grössten Theile auf dem Grunde, in geringer Menge an den Seitenwänden der Flasche, überall einen körnigen, schleimigen Ueberzug bildend. Bacterien fehlten. Von thierischen Organismen fand sich Amoeba porrecta Schultze in ziemlicher Menge zwischen den Zellen der Aphanocapsa. Kohlensaurer Kalk war reichlich in der Form kleiner Körner (Drusen) den Gefässwandungen fest anhaftend abgelagert, wie schon mit freiem Auge zu bemerken war.

Todte organische Massen, als Holzpartikel, Fasern, Haare u. dgl. waren nicht vorhanden.

II. Laufender Brunnen (Thalkirchener Wasser) vom Salzstadel.

Gesammelt den 8. Mai 1875; geöffnet und untersucht den 8. Juni.

Nach 14tägigem Stehen bemerkte man einen schwachen, bräunlich-grünen Beschlag auf dem Grunde und den Seitenwänden der Flasche, der sich langsam vermehrte und gegen das Ende hin in Form eines pulverigen, dünnen, theils gelblich-grünen, theils blassbräunlichen Rasenüberzuges am Grunde etwas dichter als an den Seiten (wie dies fast regelmässig stattfindet) sich verbreitert und abgesetzt hatte.

Nach Oeffnung erweist sich das noch klare Wasser farb- und geruchlos, ohne jeden unangenehmen Beigeschmack. Der schleimige Absatz, der den Wänden des Gefässes fest anhaftet, knirscht beim Abnehmen mittels eines Metallinstrumentes gleich feinem Sande; er besteht zum grössten Theile aus Achnanthes minutissima Ktz., neben der noch Pleurococcus vulgaris Menegh. und Synedra tabulata Ktz. in spärlicher Vertretung vorkommen. Bacterien fehlen. Kleine, dem unbewaffneten Auge leicht sichtbare Drusen von Kalkcarbonat finden sich an den Wandungen abgesetzt und zwischen den Algen suspendirt in Menge.

III. Pumpbrunnen (Grundwasser) des Hauses Barerstrasse Nr. 39.

Gesammelt den 22. Juni 1875; geöffnet und untersucht den 2. August.

Nach 3 Wochen zeigt sich, besonders am Grunde der Flasche, spärlicher an den Seitenwänden ein feiner, fast kaffeebrauner, an einzelnen Stellen grasgrün gefärbter Ueberzug, der langsam unter Beibehaltung obiger Färbung an Dichte zunimmt und gleich I. und II den Wandungen fest anhaftet. Das Wasser selbst trübte sich nach 6 weiteren Tagen schwach und zeigte sich gelblich gefärbt. Nach der Entkorkung ist das Wasser schwach-gelblich gefärbt, trübe, unangenehmen Geschmackes und von dumpfem, confervenartigem, sogenannten Moos-Geruche. In ihm finden sich suspendirt zahlreiche Zellen der Palmella heterospora Rabh. Der schleimige, an den Wandungen fest sitzende, dunkelbraune Absatz besteht aus Fragilaria pusilla Bréb., während die grünen Theile der Rasen vorzugsweise aus der eben genannten Palmella sich bildeten. An einzelnen Stellen finden sich die beiden Algen vermengt vor.

Spärlich lebt zwischen ihnen, besonders am Grunde des Gefässes Bacterium Lineola Cohn.

Abgeschiedene Drusen oder Krystalle von Calciumcarbonat sind weder mit unbewaffnetem Auge, noch durch das Mikroskop zu erkennen.

IV. Laufender Brunnen Nr. 2 der Türkenkaserne. Hofleitung (Jungfernthurm).

Gesammelt den 19. August 1875; entkorkt und untersucht den 21. September.

Schon nach 12 Tagen bemerkte man an den Wandungen grüne, theilweise grünlich-braune Beschläge unter gleichzeitiger schwacher Trübung des Wassers. Die dünnen Beschläge verdichteten sich im Laufe der nächfolgenden 14 Tage zu einem gleichmässigen, dichten häutigen Ueberzuge, welcher zum grösseren Theile freudig grün, zum geringeren (etwa 1/4) hellbraun gefärbt erschien. Zur Zeit der mikroskopischen Untersuchung ist das Wasser schwach getrübt, gelblich-grün gefärbt, von mässig dumpfem Geruche und Geschmack. Auf seiner Oberfläche schwimmt eine dünne, spangrüne, zum Theile bräunlich-grüne und hellbräunliche schleimige Haut. Diese besteht an den mehr braungefärbten Stellen vorzugsweise aus Navicula pelliculosa Rabh., an den mehr grünen besonders aus Palmella heterospora Rabh. und Chlorococcum Gigas Grun. Dieselben Bestandtheile und in entsprechendem Verhältnisse zeigen auch die übrigen häutigen Anflüge der Gefässwandungen je nach ihrer Färbung; so zwar, dass die braunen Parthieen meist nur aus der Diatomee, die grünen, besonders aus den Chlorophyllalgen zusammengesetzt sind. Das trübe Wasser selbst enthält frei suspendirte Palmella heterospora in mässiger Anzahl. Zwischen diesen Algen ist Bacterium Lineola Cohn spärlich vertreten.

Drusen kohlensaueren Kalkes sind in reichlicher Menge abgelagert und schon mit freiem Auge zu erkennen.

V. Laufendes Wasser vom Lehel aus der Hofleitung (Brunnthaler-Wasser).

Gesammelt den 7. Juli 1875; geöffnet und untersucht den 28. August.

Nach 4 wöchentlichem Stehen zeigt sich unter der Form kleiner Inselchen auf dem Grunde des Gefässes ein feiner, grünlich-brauner auch gelblich-grüner Ueberzug, der sich langsam ausbreitet und verdichtet. Gegen das Ende der Vegetation sind am Grunde einige

frei im Wasser suspendirte mohnsamen- bis erbsengrosse wolkige, hellbraune, schleimige Flocken erkennbar.

Bei der Untersuchung ist das Wasser noch klar, farb- geruch- und geschmacklos; nur am Grunde finden sich mehrere, jetzt zum Theil bohnengrosse hellbraune, gallertartige Flocken. Auf dem Boden des Gefässes sind reichlicher, an den Seitenwandungen spärlicher 2.5—8 Mm. messende Rasen von brauner Farbe; nur eine kleine, auf dem Grunde befindliche 2.5 Mm. Durchmesser besitzende Insel ist dunkelgrün gefärbt. Diese letztere besteht fast nur aus Chlorococcum Gigas Grun. und Palmella heterospora Rabh., zwischen denen spärlicher vorkömmt die Normalform des Stichococcus bacillaris N., sowie dessen var. major; letzterer etwa 4mal so zahlreich vertreten, als seine Normalform. Die Verhältnisse mögen ungefähr folgende sein: Chlorococcum 60%, Palmella 30%, Stichococcus bacillaris 2% Stich. bac. var. major 8%.

Die braune vorherrschende, sowohl die obenerwähnten frei schwimmenden Flocken, als die festsitzenden Rasen bildende Masse, ist gebildet durch Fragilaria pusilla Bréb.

Ablagerungen von kohlensaurem Kalke spärlich zwischen den genannten Algen, nur durch das Mikroskop wahrnehmbar.

VI. Pumpbrunnen (Grundwasser) der alten Pinakothek.

Gesammelt den 22. Juni 1875; geöffnet behufs Untersuchung den 3. August.

Nach 10 Tagen zeigte sich ein freudig grüner Beschlag, der allmählig den Grund und die Seitenwände des Gefässes gleichmässig überzog und sich verdichtete, bis er gegen Ende der Vegetationszeit die Form einer grasgrünen, dichten, sammetartigen, reichlich von wahrnehmbaren Kalkkörnern durchsetzten krustenförmigen Masse angenommen hatte, in welcher an vereinzelten Punkten senfsamengrosse bräunliche Inselchen bemerkbar wurden. Beim Oeffnen ist das Wasser selbst nach sorgfältigem Abgiessen klar, farb-, geruch- und geschmacklos. Die grüne, überwiegende, krustenförmige und etwas schleimige, fest anhaftende Masse besteht aus Palmella heterospora Rabh. und Palmella uvaeformis Rbh., welche theils rein, theils mit einander vermengt auftreten. Die erwähnten spärlichen kleinen und

braunen, Inseln bildenden Kolonien bestehen nur aus Fragilaria pusilla Bréb.; Bacterium Lineola und Bact. termo sind sehr spärlich vorhanden.

VII. Pumpbrunnen (Grundwasser) Nr. 5 der Max II. Kaserne.

Gesammelt den 11. Mai 1875; eröffnet und untersucht den 8. Juni.

Verhielt sich während seiner Vegetationszeit wie VI, unterschied sich nur durch die mehr gelbgrüne Färbung des gleichmässigen Anfluges, durch die Anwesenheit einiger auf dem Grunde des Gefässes frei suspendirter gelbgrüner Flocken und, zwar ebenso reichlich als bei VI. abgesetzte, jedoch feinkörnige Kalkdrusen.

Nach Oeffnung der Flasche ist das klare, farblose Wasser von etwas dumpfem, moosartigen Geruche und Geschmacke. Der entstandene Algenanflug lässt sich zum Theil als feine spangrüne Haut abziehen, die vorzugsweise aus Hypheothrix (Leptothrix Ktz.) aeruginea Rabh. besteht, zwischen der Chroococcus pallidus N., Palmella heterospora Rabh., Chlorococcum humicola Rabh. und Navicula mutica Ktz., alle 4 ziemlich spärlich eingelagert sind.

Einzelne kleinere Stellen des gelbgrünen Anfluges bestehen aus den soeben genannten Algen mit Ausschluss der Hypheothrix. Bacterium Lineola und B. termo sehr spärlich.

VIII. Pumpbrunnen Nr. 5 der Max II. Kaserne (derselbe Brunnen wie VII.)

Gesammelt den 16. Juni 1875; geöffnet und untersucht den 2. August.

Verhielt sich äusserlich = VII. Nach Oeffnung erscheint das vorsichtig abgegossene Wasser klar und farblos, von dumpfem Geruche und Geschmacke. Am Grunde keine frei beweglichen Flocken; alle gebildeten Organismen sitzen den Wandungen fest auf. Die ausgeschiedenen Kalkkörner sind grösser und zahlreicher als bei VII.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt: Chlorococcum humicola Rbh. in Menge, dessgleichen Palmella heterospora Rbh.; spärlich ist Chroococcus pallidus N. vertreten. Zwischen den vorigen finden sich gleichmässig spärlich eingestreut Achnanthidium lineare Sm., Navicula mutica Ktz., Scenedesmus obtusus Meyen und Sc. acutus Meyen.; Bacterium termo Ehr. und B. Lineola C. spärlich am Grunde.

Es hat demnach die Vegetation dieses Brunnens in der Zeit von 36 Tagen ihren Charakter wesentlich verändert, indem, wie die Vergleichung mit VII ergibt, eine damals dominirende Pflanze, die

Hypheothrix aeruginea Rbh. jetzt vollständig verschwunden, dafür drei, damals nicht vorhandene Algenarten, nämlich Achnanthidium lineare, Scenedesmus acutus und Scenedesmus ovatus, neu sich einfanden. Das Untergehen der schmarotzenden Hypheothrix scheint die üppige Entwicklung der vorher spärlich vertretenen Chlorococcum humicola und Palmella heterospora bedingt zu haben.

Stellen wir die Ergebnisse zur Erleichterung der Uebersicht tabellarisch zusammen, so finden wir daher:

	In VII	In VIII
Hypheotrix aeruginea	reichlich	0
Chlorococcum humicola	spärlich	in Menge
Navicula mutica	„	spärlich
Chroococcus pallidus	„	„
Palmella heterospora	„	in Menge
Bacterien	sehr wenige	wenige
Achnanthidium lineare	0	spärlich
Scenedesmus obtusus	0	„
„ acutus	0	„

IX. Pumpbrunnen (Grundwasser) des Hauses Nr. 18 der oberen Gartenstrasse.

Eingefüllt den 27. Juli 1875; untersucht den 28. August.

Nach 12 Tagen treten auf dem Boden der Flasche zahlreiche gelbgrüne, theilweise auch grünlichbraune Rasen auf, denen einige Tage später gleichfarbige vereinzelte an den Seitenwandungen folgen. Die grundständigen verschmelzen bald unter sich zu einem gleichmässigen, dichten, theils freudig grünen, theils grünbräunlichen Ueberzuge. An den Seitenwandungen bleiben dieselben vereinzelt, circa 2 Ctm. lange, schmale bräunliche Streifen bildend, welche besonders auf der dem Lichte zugekehrten Seite entstanden.

Zur Zeit des Oeffnens der Flasche ist das Wasser schwach getrübt und gelblich tingirt, Geruch und Geschmack dumpf, widerlich; in ihm sind Tausende von Sporen der Palmella heterospora Rbh. suspendirt und Paramecium aurelia tummelt sich munter in grosser Zahl darin. An den Gefässwandungen findet sich zahlreich zwischen den Algen die Amoeba porrecta Schultze.

Die braunen Streifen an den, der Lichtseite zugekehrten Gefässwänden knirschen beim Abnehmen mittels eines Metallhäkchens

gleich feinem Schreibsande, sind dabei schleimig und bestehen nur aus Navicula acuta Ktz. Die bräunlichen Rasenpartien am Grunde sind reine Fragilaria pusilla Bréb., oder auch vermengt mit Palmella heterospora oder derselben Navicula. Die grünen Theile des Rasens bestehen zum Theil aus reiner Palmella heterospora Rbh. Ueberall dazwischen sind Paramecium aurelia und die genannte Amoeba zu sehen, hin und wieder noch das Räderthierchen, Rotifer vulgaris Oken, in geringer Menge. Bacterium Lineola C. häufig, besonders zwischen den am Grunde der Flasche befindlichen Organismen. Körner von kohlensaurem Kalke haben sich wie bei IV in Menge abgesetzt.

X. Laufender Brunnen Nr. 1 Magistrat. (Brunnthaler Wasser) von der Kalkofeninsel der neuen Isarkaserne.

Gesammelt den 29. Juli 1875; untersucht den 28. August.

Gegen Ende der Vegetationszeit entstehen an den seitlichen Glaswandungen wenige, auf dem Grunde zahlreichere hellgrüne, sammtartige 1.5 bis 2 Mm. messende Rasen. Ueberdiess entstanden im Laufe der dritten Woche einige kleine hellbraune, im Wasser am Grunde flottirende Schleimflocken.

Das Wasser ist zur Zeit des Oeffnens klar, farb-, geruch- und geschmacklos. Die drei suspendirten genannten braunen Flocken sind Fragilaria pusilla Bréb., zwischen deren Fäden Navicula lanceolata Ktz. sich in geringer Zahl bewegt. Die grünen Räschen sind Palmella uvaeformis Rbh. und Chlorococcum humicola Rbh., beide etwa in derselben Menge vertreten, zwischen ihnen, und etwa 1/4 beider betragend schwimmen lebhaft die Schwärmer von Chlamydomonas tingens A. Br. [1])

Bacterien und thierische Organismen scheinen zu fehlen.

Kalkablagerungen = VIII.

Herr Dr. Port hatte die Güte mir mitzutheilen, dass das am 4. Mai d. J. von ihm gesammelte Wasser desselben Brunnens bei der

1) Scheint in hiesiger Gegend fast das ganze Jahr hindurch zu vegetiren, da auch Herr Stabsarzt Dr. Port dasselbe während des Sommers und Herbstes dieses Jahres mehrfach gefunden hat.

nachherigen mikroskopischen Untersuchung nur Diatomeen enthalten habe.

XI. Pumpbrunnen Nr. 5 der Türkenkaserne.

Gesammelt den 19. August 1875; untersucht den 21. September.

Schon nach 8 Tagen zeigt die Flasche auf dem Grunde sowohl als an den Seitenwänden grüne und braune Beschläge. Nach 14 Tagen haben sich diese zu Inseln und grösseren Ueberzügen erweitert, zwischen welchen hin und wieder grüne Confervenfäden bemerkbar werden. Letztere vermehren sich rasch und so stark, dass sie das Wasser nach allen Seiten hin in Menge gleich einem Netze durchziehen.

Beim Oeffnen ist das von Confervenfäden reichlichst durchsetzte Wasser nach sorgfältigem Abgiessen, die darin flottirenden Confervenfäden abgerechnet, krystallhell, farblos, von schwach dumpfem Geruche. Alle Wände, besonders aber die Grundfläche des Gefässes reichlichst bedeckt mit einer dichten grünen und braunen Algendecke.

Die zunächst im Wasser suspendirten Algenfäden sind Conferva bombycina Ag., zwischen ihr bewegten sich zahlreiche Individuen des Cyclidium glaucoma Ehrb. sowie die Fadencolonien der Oscillaria chalybea Mertens; daneben vegetirt noch Pleurococcus angulosus Menegh. Die beiden letztern sind im Vergleiche zur Conferve in geringer Zahl vorhanden. Der Conferve selbst ist Aphanochaete repens A. Br. in schönen Colonien ziemlich reichlich aufgewachsen.

Die grünen, an den Wänden festsitzenden Rasentheile bestehen vorzugsweise aus Pleurococcus angulosus Menegh. Neben ihm kommen mehr weniger häufig die eben genannten Oscillaria- und Conferva-Fäden vor.

Die braunen Rasen sind aus Odontidium anceps Ehrb. und Stauroneis dilatata Sm. zusammengesetzt.

Von thierischen Organismen findet sich Amoeba princeps Carter ziemlich häufig, sowie überall, zwischen den Rasen bildenden Algen, das genannte Cyclidium.

Bacterium termo Ehrb. und Bacterium Lineola C. sind beide überall zwischen den an den Wänden festsitzenden Algen in spärlicher Anzahl vorhanden.

Kalkablagerungen reichlicher als bei VIII.

XII. Laufender Brunnen Nr. 4 (Brunnthaler Wasser) der neuen Isarkaserne.

Gesammelt den 4. Mai 1875; untersucht den 8. Juni.

Nach 12—14 Tagen erscheinen hellgrüne, schleimige Flocken, die sich vermehren und vergrössern. Am Ende der Vegetationszeit fand sich am Grunde der Flasche eine blassgrüne flockige Gallertmasse, welche etwa 3 C. Ctm. betragen mochte. Das darüber befindliche Wasser ist klar und farblos und zeigt nach dem Oeffnen weder unangenehmen Geruch noch Geschmack.

An den Gefässwänden haben sich reichliche Krystalldrusen von kohlensaurem Kalke, wie bei XI. abgesetzt.

Die Untersuchung zeigt, dass neben sehr spärlichen Zellen des Chlorococcum humicola Rbh., des Pleurococcus vulgaris Menegh. und der Fragilaria pusilla Bréb., die Hauptmasse (etwa 98%) des grünen Schleimes aus einem grüngefärbten, zum Theil lebhaft oscillirenden Organismus besteht, welcher zur Gattung Bacterium gehört und Zoogloea artige Gallertmassen bildet. Jod färbt sie orange, Stärke enthalten sie daher nicht, Chlorzinkjod bewirkt keine Blaufärbung der Membran. Absoluter Alkohol entzieht ihnen schon nach wenigen Minuten den grünen Farbstoff. Ebenso werden sie durch kochendes Wasser entfärbt. Die meisten Individuen bestehen aus zwei Zellen, dreizellige sind selten, einzellige häufiger vorhanden. Die Mehrzahl derselben bewegt sich nicht, die Minderzahl zeigt sehr schwache Bewegungserscheinungen, während wiederum andere sich ganz wie oscillirendes Bacterium termo Ehrb. verhalten, von dem sie ausser der Färbung nur durch bedeutendere Grösse sich unterscheiden. Die Lokomotionen bestehen theils in kurzen Vor- und Rückwärtsbewegungen bei horizontaler Lage, theils in oscillirenden oder tanzenden Bewegungserscheinungen bei horizontaler oder vertikaler Stellung. Sehr rasche, bogenförmige oder blitzartige Bewegungen, wie sie manchmal bei Bacterium Lineola C., besonders bei der in Brunnenwassern vorkommenden Zoogloeaform häufig zu sehen sind, scheinen bei dieser Form nicht zu existiren. Mit Hartnack Immersio Nr. 9 betrachtet, zeigen die einzelnen Zellen eine cylindrische an den Enden stumpfgerundete, fast abgestutzte Form, sie sind etwa $2^1/_2$ bis 3 Mal länger, als ihr Breitendurchmesser, welcher ungefähr 0.6—1.6 Mikr. Mm. beträgt. Herr Dr. Port und ich haben

dieses Bacterium bis heute, also 5 Monate hindurch in einer Flasche Wasser cultiviren können; es hat sich dasselbe während dieser Zeit beträchtlich vermehrt, ohne seinen ursprünglichen Charakter zu verlieren, und ist es demnach wohl eine formbeständige Art. Dasselbe wurde inzwischen auch in einem andern Brunnen, genau in derselben Beschaffenheit, von Herrn Port gefunden, so dass es ziemlich allgemeine Verbreitung haben dürfte. Wir zögern in Folge dessen nicht ihm einen eigenen Artnamen zu geben und dasselbe nach seiner Farbe zu benennen. Diese neue Species würde sich durch folgende Charaktere auszeichnen:

Bacterium viride Harz et Port.

B. laete viride cellulis cylindricis, subtruncatis, saepissime binis, rarius ternis vel singulis, tranquillis vel oscillantibus. Lat. Mikr. 0.6—0.1, longit. Mikr. 1.2 — 1.5 — 1.8, gelatina viridula nidulantibus. Forma est zoogloeacea.

Habitat in aquis stagnantibus fontibusque Monachii.

Herr Dr. Port hat eine diesem Brunnen (XII) den 29. Juli d. J. entnommene Probe untersucht und nach seiner freundlichen Mittheilung darin gefunden: „Schwacher, intensiv grüner Bodensatz, besteht fast nur aus Palmella uvaeformis, zwischen welcher sich Fragilaria pussila in geringer Anzahl vorfindet."

Vergleichen wir die bei XII hier erhaltenen Befunde mit denen von X, einem gleichfalls laufenden, und von derselben Quelle (Brunnthaler Wasser) gespeisten Brunnen, von welchem 12 Wochen und 7 Tage früher Wasserproben gesammelt wurden, so begegnen wir ähnlichen Resultaten, wie bei dem Brunnen der Max II. Kaserne (VII und VIII).

Es entstammen zwar X und XII zwei verschiedenen Brunnenläufen, die aber von derselben Quelle gespeist werden und unter so ähnlichen Verhältnissen als nur möglich sich in nächster Entfernung von einander befinden, dass sie zu derselben Zeit annäherungsweise auch dieselben Organismen vermuthen lassen würden; doch dem ist nicht so. Aus dem Vergleiche der von Herrn Port und mir ausgeführten Analysen ergibt sich die befremdende Thatsache, dass auch in dieser Beziehung ausserordentliche Verschiedenheiten bei scheinbar denselben äussern Verhältnissen vorkommen können.

Und ebenso finden wir nach Verlauf des erwähnten Zeitabschnittes nur mehr zwei der früheren Bekannten wieder, während drei verschwunden, zwei neue dafür aber erschienen sind. Es sind nämlich enthalten:

	in X.	in XII.
Fragilaria pusilla	zahlreich	sehr wenig
Chlorococcum humicola	"	" "
Palmella uvaeformis	"	0
Navicula lanceolata	spärlich	0
Chlamydomonas tingens	reichlich	0
Pleurococcus vulgaris	0	spärlich
Bacterium viride	0	zahlreich

Es ergibt sich also aus den mikroskopischen Untersuchungen der zwölf Trinkwasser, dass keines derselben frei war von organisirten und darin der Weiterentwicklung fähigen Körpern (Keimen), und dass sie alle mehr oder weniger reich sind an organischen, assimilirbaren Substanzen, welche jenen Keimen gestatteten, sich bedeutend zu vermehren. Man ersieht endlich aus einigen derselben (vergl, VII, VIII, X und XII), dass sie nicht nur zu verschiedenen Zeiten, sondern selbst gleichzeitig an verschiedenen Ausflussstellen desselben Brunnens ebenso sehr schwanken hinsichtlich der Qualität und Quantität der in ihnen vorkommenden Organismen, wie die chemischen Bestandtheile einer und derselben Quelle zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Ausflussstellen in deren Wasser grossen Schwankungen unterworfen sind.

Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass ein nach aussen vollständig abgeschlossenes Wasser, wenn es Pflanzen- oder Thierkeime, die einer Weiterentwicklung fähig sind, enthält, in sich nur so lange und nur bis zu dem Grade deren Vermehrung fortschreiten lassen kann, als assimilirbare organische (neben dem stets im Ueberschusse vorhandenen unorganischen) Stoffe von diesen vorgefunden werden. Sind diese alle verbraucht, so steht die Vegetation einige Zeit stille und tritt sodann den Rückschritt an. Es wird daher gestattet sein, aus der Menge der in einem derartig abgeschlossenen Wasser schliesslich herangewachsenen Algen, einen Schluss zu ziehen

auf die ursprünglich in ihm enthaltene Menge assimilirbarer organischer Verbindungen, und man wird so in der Lage sein, auch ohne vorangegangene chemische Analyse, den höheren oder geringeren Werth eines Trinkwassers festzustellen, indem eben von 2 oder mehr Wassern, welche beide etwa 4 Wochen sich überlassen waren, diejenigen mit Recht als die schlechtesten zu bezeichnen sind, welche die grösste Menge von Organismen (Algen, Infusorien) hervorbrachten. Auf dieser Idee basirend habe ich versucht eine Scala zu entwerfen, welche (vorläufig unter der Annahme, dass alle diese Organismen dieselbe Wirkung auf unsere Körper ausüben) gestattet den relativen Werth obiger zwölf Trinkwasser beiläufig festzustellen; indem ich nämlich die Menge des in 250 Gramm Wasser entstandenen Algenschleimes annäherungsweise nach Cubikcentimetern feststellte, und darnach deren relativen Werth taxirte. Das Messen selbst geschieht auf die Weise, dass zunächst die Abhebung der Algenvegetation mittels eines kleinen spatenförmigen Metallinstrumentes und Umschütteln von den Gefässwandungen bewirkt wird. Sodann wird das Ganze in ein Becherglas ausgegossen, mittels destillirten Wassers nachgespült, nach erfolgtem Absetzen decantirt und schliesslich in eine calibrirte Bürette gebracht. Nach $^1/_2$ bis 2 Stunden hat sich der gesammte Algenschleim abgelagert und wird die Menge nun direct abgelesen. Nehmen wir an, dass 250 Gramm des besten Wassers keine organischen Bestandtheile und das schlechteste davon 2,5 Cb. Ctm. enthalten, so würden auf einer in 20 Theilstriche getheilten Scala obige Wasser folgende Güte resp. Gering-Werthe erhalten:

Güte Nr.	Menge des Algenschleimes in Cb. Ctm.	Bezeichnung des untersuchten Wassers	Güte Nr.	Menge des Algenschleimes in Cb. Ctm.	Bezeichnung. des untersuchten Wassers
1.	0.000	—	11.	1.315	—
2.	0,131	II u. V	12.	1.446	VI
3.	0.263	—	13.	1.578	—
4.	0.394	III	14.	1.709	IX
5.	0.526	—	15.	1.840	VII
6.	0.657	X	16.	1.971	VII, VII
7.	0.789	—	17.	2.235	—
8.	0.920	—	18.	2.367	XII
9.	1.052	I	19.	5.480	—
10.	1.183	—	20.	2.500	XI

Herr Stabsarzt Dr. Port hatte die Freundlichkeit, mir die von ihm gemachten chemischen Analysen obiger 12 Brunnenwasser mitzutheilen, die entweder an demselben Tage, als sie zur mikroskopischen Untersuchung gesammelt, ausgeführt worden, zum Theil jener Zeit möglichst nahe standen. Sie lauten wie folgt:

Nummern und Datum der chemischen Untersuchung obiger 12 Trinkwasser	In einem Liter sind nach Herrn Dr. Port enthalten:		
	Verdampfungsrückstand	Chlor	Salpetersäure
Nr. I unters. den 26. 5.75 . . .	0,775	0,044	0,107
„ II „ „ 8. 5.75 . . .	0,225	0.007	0,000
„ III „ „ 22. 6.75 . . .	0,840	0,053	0,000
„ IV „ „ 6. 8.75 . . .	0,665	0,048	0,133
„ V „ „ 7. 7.75 . . .	0,380	0,022	0,040
„ VI „ „ 22. 6.75 . . .	0,730	0,042	0,000
„ VII „ „ 11. 5.75 . . .	0,605	0,038	0,088
„ VIII „ , 16. 6.75 . . .	0,650	0,049	0,083
„ IX „ „ 27. 7.75 . . .	0,740	0,056	0,160
„ X „ „ 29. 7.75 . . .	0,440	0,014	0,054
„ XI „ „ 18. 9.75 . . .	0,785	0,048	0,000
„ XII „ „ 4. 5.75 . . .	0,415	0,017	0,038

Bei Vergleichung der von Herrn Dr. Port gefundenen Bestandtheile unter sich und mit der von mir aufgestellten Scala ergibt sich aber auf den ersten Blick der auffälligste Unterschied im Werthe beider, denn während uns die Menge der gebildeten Organismen ziemlich genaue Anhaltspunkte über den grössern oder geringern Werth eines Brunnenwassers zu geben vermag, reducirt sich das, was wir aus den chemischen Analysen hierüber ersehen können, auf ein Minimum.

Die Salpetersäure, das Chlor sind eben Bestandtheile eines Brunnenwassers, aus deren Anwesenheit wohl auch nicht viel mehr als aus der des Kalkes, der Kohlensäure u. s. w. zu erschliessen ist und kann es gewiss leicht der Fall sein, dass ein an Salpetersäure reiches Wasser durchaus keine Organismen besitzt, oder dass umgekehrt, ein an Salpetersäure armes Wasser reich ist an jenen.

Die von mir angegebene Methode, den Werth eines Wassers zu bestimmen, könnte durch Herbeiziehung des Kaliumsupermanganates wohl noch wesentlich verbessert werden; ich stelle sie hier übrigens nicht als mustergiltig hin, sie soll vielmehr nur bezwecken, die Aufmerksamkeit darauf hinzulenken, dass es auch noch bessere Wege gibt, als die bis jetzt betretenen, welche zur Ermittelung der wesentlichsten Wasserbestandtheile führen können. Vortheilhafter und sicherer würde es sein, die entstandenen Organismen zu sammeln, bei 100 ° C. zu trocknen, zu wiegen, und darauf ihren Eiweiss- und Stickstoffgehalt zu bestimmen. Aus den Differenzen, welche eine mit frisch entnommenem Wasser und eine andere, die nach bereits beendeter Vegetation des zu derselben Zeit gesammelten Wassers ausgeführte Untersuchung ergeben würde, liessen sich die in einem Brunnenwasser vorkommenden assimilirbaren und nicht assimilirbaren organischen Substanzen mit Leichtigkeit ermitteln. Ob und wie viel Salpetersäure und Chlor aber in einem Trinkwasser enthalten ist, scheint mir von geringerer Bedeutung für dasselbe zu sein.

München, den 12. November 1874.

Die Cholera 1875 in Syrien und die Choleraprophylaxe in Europa.

Von

Max v. Pettenkofer.

Die Cholera im Jahre 1875 in Syrien hat durch ihr ganz unerwartetes Erscheinen, durch stellenweise sehr heftiges Auftreten gegenüber verschont bleibenden Orten und Distrikten, und endlich durch ihre enge geographische Begrenzung das Interesse im Orient und Occident vielfach erregt. Was die Consuln, die politischen Blätter und die Gazette médicale d'Orient darüber gemeldet haben, gibt zwar noch kein vollständiges Bild der ganzen syrischen Epidemie, und wäre eine möglichst genaue und umfassende Darstellung derselben durch eine sachkundige Hand an Ort und Stelle immer noch eine dankenswerthe Aufgabe, aber schon das Wenige, was einstweilen über die Cholera in Hama, in Damaskus und in Beirut, sowie über das Verhalten des Libanon dazu bekannt geworden ist, regt zu Vergleichen mit den Choleraausbrüchen in Europa an, und legt es nahe, die gegen die Choleraverbreitung zur Anwendung kommenden Maassregeln einer Prüfung auf ihren Erfolg zu unterwerfen, um endlich darüber schlüssig zu werden, ob auf der bisherigen Bahn praktisch ein Ziel zu erreichen ist, oder ob es gerathen sei, andere Wege zu betreten und die bisherigen zu verlassen.

Ich werde, um zu zeigen, dass die Cholera in Syrien und die Maassregeln dagegen wesentlich mit dem übereinstimmen, was wir in Europa vor unsern Augen haben, zunächst einige sprechende Züge aus der syrischen Epidemie mittheilen, dann zur Frage übergehen, was daraus zu lernen und zu schliessen ist, um zuletzt in Erwägung zu ziehen, welchen Standpunkt die Praxis und die Politik

in dieser wichtigen gesundheitswirthschaftlichen Frage mit Aussicht auf Erfolg wählen können, und welche Standpunkte unfruchtbar erscheinen. Ich hoffe die Ueberzeugung rechtfertigen und begründen zu können, dass die Zeit gekommen sei, in der man anfangen kann, neben Handels- und Eisenbahn-Politik auch etwas Gesundheitswirthschaft zu treiben, um den Uebeln des gesteigerten Verkehrs entgegenzuarbeiten, ohne die Wohlthaten desselben entbehren zu müssen. Der Leser wird es entschuldigen, wenn ich bei dieser Gelegenheit manches vorbringe, was nicht gerade neu ist, ja wenn ich manches schon gesagte fast wörtlich wiederhole, um dieses mein Ziel zu erreichen.

I. Die Cholera 1875 in Syrien.

Nachdem Syrien im Sommer 1865 schwer mit Cholera heimgesucht worden war, hatte das Land Ruhe bis dieses Jahr, wo im April zuerst Hama ergriffen wurde, eine Stadt von etwa 30000 Einwohnern mit einer Garnison, am Orontes zwischen Damaskus und Aleppo gelegen. Weit und breit um Hama und in Syrien war keine Cholera, als sie plötzlich im Militärspital in einem Theile dieser Stadt ausbrach.

Der Ausbruch in Hama erfolgte ganz unerwartet. Weil er so isolirt war, hoffte man ihn auf den kleinsten Raum beschränken zu können und umgab den Ort des Ausbruches mit einem militärischen Cordon, den man erst wieder aufgab, als trotz ihm die Krankheit auch auswärts erschienen war, und man also überzeugt sein musste, dass der Cordon seinen Zweck nicht mehr erfüllen konnte. Es wäre von grossem Interesse, eine genaue Darstellung dieses Cordons zu haben, sowohl darüber, was vorgeschrieben war, als auch was, und wie es wirklich zur Ausführung kam.

Damaskus, Aleppo, Antiochia, Lattackie, Tiberias, Tripolis, Saida, Hauran, Jebleh, Beirut hatten Cholera, und sporadische Fälle kamen auch in mehreren Orten auf dem Libanon vor. Die Höhe erreichte die Krankheit im Monat August, und am meisten hatte Damaskus davon zu leiden, wo sie von Ende Juni bis Mitte August dauerte, wohin sie von Soldaten geschleppt worden sein soll, welche

beim Cordon um Hama verwendet waren, und wo 9319 Menschen, darunter 8894 Muhamedaner, 278 Christen und 147 Juden gestorben sein sollen, was mehr als 6 Procent der Bevölkerung von 150000 entspräche.

Andere Städte Syriens waren diesmal besser daran und zeigte die Epidemie im Vergleich mit 1865 geringere Intensität. In Beirut z. B. wurde der erste Todesfall am 27. Juli constatirt, und zwar an einer Frau, welche Tags zuvor bereits cholerakrank aus Damaskus gekommen war. In Beirut trat die Krankheit sehr milde auf und erreichte die grösste Ausdehnung vom 5. bis 20. August, in welcher Zeit täglich im Durchschnitt 6 Personen derselben erlagen, die höchste Zahl an einem Tage betrug 12. Beirut hat gegenwärtig etwa 60000 Einwohner. Vom 27. Juli bis 1. September starben:

von Muhamedanern	22	Männer,	30	Frauen,	19	Kinder,	Summa	71
„ Christen	32	„	25	„	8	„	„	65
„ Juden	3	„	4	„	—	„	„	7
							Summa	143

bis zum 15. Septemher starben weiter noch 10 Personen an Cholera.

Zu diesem milden Auftreten der Krankheit in Beirut glaubt man hätten namentlich 3 Momente wesentlich beigetragen:

1) Die zahlreiche Auswanderung nach dem Gebirge, an welcher sich etwa drei Viertheile der Gesammtbevölkerung betheiligt haben.

2) Die Vorsorge des Mutasseriff für Aufrechthaltung der Reinlichkeit in der Stadt und für Beschaffung der nöthigen ärztlichen Hilfe, und endlich

3) die ausnahmsweise niedrige Temperatur, welche während der Dauer der Epidemie in der Stadt geherrscht hat. Wenn aber wirklich von 60000 Einwohnern 45000 geflohen waren, und die 143 Todesfälle sich nur auf 15000 Zurückgebliebene vertheilen, dann war die Epidemie doch ziemlich heftig und starben binnen wenigen Wochen mehr als ein Procent der zurückgebliebenen Bevölkerung.

Der Gouverneur von Beirut ist in seinen Bemühungen, den Gesundheitszustand der Stadt zu einem möglichst günstigen zu gestalten, namentlich von der Ottomann'schen Bank, dem deutschen und französischen Consulate, den Kaiserswerther Diakonissinen und den französischen Soeurs de Charité unterstützt worden. Die Dia-

konissinen waren durch Geldmittel, theils vom deutschen Consulate theils aus freiwilligen Beiträgen im Stande, mehr als 2 Monate lang täglich 450 Arme zu speisen. Dieses Vorgehen hat die Schrecken und Schäden der Seuche gewiss vielfach gemildert und verdient alle Anerkennung.

Wie kam aber nun die Cholera in diesem Jahre nach Hama, das man, wenn man sich auf den gewöhnlichen Standpunkt stellt, als den Infektionsheerd von ganz Syrien betrachten muss.

Man dachte zunächst an Einschleppung durch Kranke von aussen, und zwar durch Soldaten, denn kurz zuvor war eine Anzahl Rekruten angelangt, und im Militärspitale zeigte sich die Epidemie zuerst. Aber eine nähere Untersuchung, welche die Gazette médicale d'Orient und daraus das Journal de Smyrne vom 28. August 1875 mittheilt, hat alsbald herausgestellt, dass die Rekruten sämmtlich aus Albanien über Beirut und Damaskus gekommen waren, und dass diese weder während der Ueberfahrt zur See nach Kleinasien, noch während der Reise zu Lande mit einem choleraverdächtigen Orte oder mit Provenienzen daraus in Berührung waren.

Dann sagte man: die Cholera sei schon seit dem Winter in Hama gewesen und dort durch eine persische Pilgerkarawane eingeschleppt worden, welche von Bagdad kam. Die Untersuchung ergab aber mit aller Bestimmtheit, dass diese Karawane aus Leuten bestand, die sich wohl befanden, keinen einzigen Krankheitsfall während ihres Aufenthaltes hatten und ebenso gesund fortzogen, als sie angekommen waren. Auch war weder in Bagdad noch im Hedschas oder Yemen Cholera, bevor sie in Hama ausbrach.

Einige Aerzte Syriens sind nun geneigt anzunehmen, die Cholera sei in Hama autochthon entstanden oder habe sich aus ältern seit 1865 latent gebliebenen Keimen entwickelt, sei dann contagios geworden und habe sich nun von da durch Ansteckung weiter verbreitet. Man darf sich nicht wundern, wenn in Syrien solche Ansichten auftauchen, die ja auch an den europäischen Sitzen der Intelligenz und medicinischen Wissenschaft zahlreiche Vertreter haben.

Hama ist ein schon von früherher bekannter Lieblingssitz der Cholera, welcher auch im Jahre 1865 stark gelitten hat. Ein Augen-

zeuge beschreibt den Ort in Nr. 34 des Levant Herald vom 25. August d. J. in folgender Weise:

„Hama kann gegenüber allen Orten und Städten Syriens (mit Ausnahme von Tiberias und den Dörfern im Libanon) für sich den Vorrang in Schmutz in Anspruch nehmen. Es stinkt und starrt von Schmutz. Schlammig langt das Wasser des Orontes in ihm an, um es noch schlammiger zu verlassen. Neben allen Privilegien und Vortheilen der Bewässerung ruhen ganze Hügel von aufgehäuftem Unrath, von Schichten todter Hunde und anderen Aases früherer Generationen unbelästigt in der Majestät des Schmutzes. Als die Cholera in Hama erschien, war sie in der That zu Hause, unter Freunden und Verbündeten. Ich kenne nichts, was sich Hama, den Schmutz anlangend auch nur annähernd zur Seite stellen könnte, ausser ein Libanon-Dorf."

Wenn man nun auch den Schmutz von Hama als den Keimboden der Cholera ansehen möchte, dann begreift man nicht, wie die Bewohner von Beirut mit so grossem Erfolge nach dem Libanon flüchten konnten, wo es so unreinlich hergeht, wie in Hama. Trotz seines Schmutzes blieb der Libanon auch diesmal mit Ausnahme vereinzelter, meist eingeschleppter Fälle frei von Choleraepidemien. Es scheint also Schmutz ohne weitere Bedingungen für sich allein doch noch nicht zu Choleraepidemien hinzureichen.

Sind im Libanon vielleicht die Isolir- und Desinfectionsmaassregeln so vortrefflich geordnet gewesen, dass sie jeden eingeschleppten Cholerakeim vom örtlichen Schmutz entfernt hielten, oder dass von den Cholerafällen, welche unter den dahin aus der Ebene und dem Thale Geflüchteten vorkamen, keine weiteren Ansteckungen mehr ausgehen konnten? Der Correspondent des Levant Herald spricht sich auch darüber sehr unzweideutig aus. Er sagt: „Das Quarantänesystem im Libanon unter der Autorität von Rustem Pascha ist tiefen Studiums würdig. Der Pascha kann schwerlich für die Einzelheiten des Schemas verantwortlich gemacht werden, sein ganzes Vorgehen illustrirt aber nur die Unmöglichkeit einer wirksamen, örtlichen Landquarantäne. Diesen Libanon-Dörfern, welche 1 bis 8 und 9 Stunden von Beirut entfernt sind, nähert man sich auf vielfach verschlungenen Wegen; zu einigen, die sehr

zerstreut liegen, gelangt man auf 6 oder 8 verschiedenen Pfaden. Die Scheikhe der Dörfer sind durch Ordre des Paschas zu einer Quarantäne von 6 Tagen für jede Person, die aus Beirut kommt, ermächtigt. Geräthe, Betten etc. sind gleichfalls 6 Tage in Quarantäne zu halten. Aber Mehl, Reis, Kaffee, Zucker, Getreide etc. werden aus den Säcken der Maulthiertreiber auf Matten ausgeleert, und nachdem man sie etwas ausgebreitet hat, sofort wieder in die alten Säcke gefüllt und in's Dorf geschafft, während die Maulthiertreiber Quarantäne halten müssen.

„Die Hauptstrasse von Beirut in den Libanon zum Hauptsitze des Pascha's geht durch ein Dorf, an dessen Grenze hart an der Strasse die Zelt-Quarantäne aufgeschlagen ist. Mehrere Familien werden in die zerbrechliche, leinene Behausung gepfropft und andere schlafen unter den Oelbäumen nahebei. Nun kommt der Muselmann A von Beirut mit seiner Familie und bezieht ein Zelt. Er wird (quarantänisch gesprochen) in sechs Tagen „rein", d. h. er darf dann in den Ort gehen. Aber am dritten Tage kommt Muselmann B aus Beirut mit seiner Familie, und bezieht das gleiche, oder das daranstossende Zelt und in der Familie B kommt sofort Cholera zum Ausbruch. Aber nach 6 Tagen wird A doch als „rein" entlassen, obschon er 3 Tage lang in unmittelbarer Berührung mit Cholerakranken und ihrem Lager gewesen sein mag.

„Ein anderer charakteristischer Zug einer wirksamen Libanonquarantäne ist, dass sie innerhalb der Gränzen des Dorfes ausgeübt wird, aber weder mit einem Arzte, noch mit Medicamenten versehen ist. Wer in so einer barbarischen Anstalt von Cholera ergriffen wird, muss sterben ohne etwas anderes thun zu können, als die Luft um sich zu vergiften. Sollte ein Doctor im Dorfe versuchen, in diesem vogelfreien Gefängnisse einen Kranken zu besuchen, so wird man ihm verbieten in das Dorf zurückzukehren.

„Der Wechsel zwischen der Hitze der Stadt und zwischen der kalten Nachtluft des Gebirges erfordert ausserordentliche Vorsorge, namentlich bei Frauen und Kindern, aber in vielen Dörfern findet man oft nicht einmal ein Leinwandzelt; ein Weinstock, oder Feigenbaum oder Oelbaum ist Alles, was vorgesehen ist, um vor der brennenden Hitze des Mittags und den frostigen Dämpfen der

Mitternacht zu schützen. Vor wenigen Tagen war Dr. P. von Beirut zu einer reichen jüdischen Familie aus Damaskus in den Libanon gerufen. Der Haushalt zählte 40 Köpfe und 25 davon waren krank, sie litten an Frost und Fieber von der freien Quarantäneluft des Libanon.

„Um von einem Dorf in's andere zu gehen, muss man mit einem vom Scheikh des Dorfes signirten Papiere versehen sein, worin bezeugt wird, dass man von dem und dem Dorfe, zu der und der Zeit komme. Nun, — wären die alten ehrenfesten Scheikhs vom Libanon nur ganz unbestechliche Leute — dann wäre es ja recht und gut; aber wo ist der Mann, der einen Eid schwört, dass man nicht um 2 Franken oder 5 Franken von irgend einem Scheikh die nöthige Unterschrift zu einem Schriftstück kaufen könnte, in welchem nur steht, dass Said oder Omar (wenn auch eben erst aus Beirut angekommen) von dem und dem Dorfe komme und ein „reines" Individuum sei.

„Noch ein anderer charakteristischer Zug ist, dass die Cholera-flüchtlinge von Beirut auf ihren Wegen hinauf auf den Libanon oft durch ein Dutzend von Dörfern gehen, ehe sie sich in einem festsetzen, und so die Cholera im Gebirge vielfach einschleppen können, dass sie aber erst zuletzt, ehe sie sich häuslich niederlassen wollen, 6 Tage lang in einem Oelberg eingeschlossen und der Fieberluft ausgesetzt werden.

„Die Unhaltbarkeiten des Systems sind handgreiflich, aber der Pascha musste dem Drängen der von Furcht gepeitschten Choleraflüchtlinge von Beirut nachkommen, welche, nachdem sie selber glücklich entwischt waren, nun zittern, dass nicht die Cholera ihnen in ihr Gebirgsasyl nachdringe.

„Im Jahre 1865 hatte man schon ähnliche Maassregeln: da wurden die Maulthiertreiber, welche von Beirut kamen, auch in den ausserhalb der Stadt im Gebirge gelagerten Quarantänen gelagert, aber sobald es stockfinstere Nacht war, krochen diese in ihre Dörfer, und schliefen dort in ihren Häusern. Es wird jetzt geradeso sein. Der einzige Grund, welcher zu Gunsten dieses Systems von Quarantänen angeführt werden kann, ist, dass es die Nerven der Furchtsamen beruhigt und das öffentliche Vertrauen in den Bergen

erhöht. Eine wirkliche Quarantäne ist unmöglich. Piaster öffnen jedes dieser leinenen Thore zum Libanon.

„Wer aber beschreibt das Quälende und Drückende für Geschäftsleute, Aerzte und Andere, welche ihre Familien im Gebirge haben und durch Pflichten des Geschäftes und der Menschlichkeit gezwungen sind, die Wochentage in der Stadt zu verbringen! Die Aerzte und die Consuln kann man nicht abhalten, man muss sie durchlassen, und da dann zuletzt alle anständigen Leute den gleichen Anspruch zu haben glauben, so wird das Ganze zu einer Posse."

Diese Schilderung eines Augenzeugen ist zwar drastisch, aber sie macht den Eindruck der Wahrheit. Es wäre übrigens zu wundern, wenn die Quarantänen im Libanon nicht trotzdem auch ferner ihre Vertheidiger und Anwendung finden würden, denn so schlecht sie waren, eines spricht doch zu ihren Gunsten: der Libanon blieb auch diesmal wieder frei von Ortsepidemien. Das muss einen Grund gehabt haben, und wer sich keinen denken kann, der lässt auch diese Quarantänen gelten. Es ist damit in Syrien genau so, wie mit der Desinfection der Excremente in Europa. Ueberall wird jetzt zur Zeit der Choleragefahr desinficirt. Bleibt nun eine Stadt frei von Cholera, dann hat die Desinfection, wenn sie auch nicht besser war, als die Quarantänen im Libanon, die Stadt gerettet; wird sie ergriffen, dann hat selbst die Desinfection es nicht zu hindern vermocht, oder man erhebt den Vorwurf, dass in diesen Fällen nicht richtig, sondern mangelhaft desinficirt worden sei. So muss auch bei dem Militärcordon um Hama, weil er fruchtlos war, irgend etwas gefehlt haben, was im Libanon unter viel schwierigeren Verhältnissen nicht abging, denn von Hama aus hat sich die Cholera trotz Cordon weiter verbreitet, während den Libanon die Quarantäne gerettet hat, obschon sie so schlecht war, dass man es sehr leicht erklärlich gefunden hätte, wenn die Cholera sich trotz dieser Quarantäne epidemisch auch im Gebirge verbreitet hätte.

Wie lange wird unsere sanitätspolizeiliche Praxis sich noch auf so schwacher, ich möchte fast sagen — kindischer Grundlage schaukeln wollen, ehe sie sich männlich aufraffen und anstrengen wird, einen solideren Boden zu gewinnen? Wie lange wird man sich

auch noch die grossen Geldopfer gefallen lassen, welche solche unfruchtbare Theorien im Gefolge haben?

Gehen wir nun zur Betrachtung eines weiteren Punktes über, welchen uns die Cholera in Syrien nahe gelegt hat. Da sich in Beirut die Choleraflucht im grössten Maassstabe diesmal so vortheilhaft bewährt hat, so muss man sich fragen, ob man dieses Mittel gelegentlich nicht auch in Europa versuchen sollte?

Der Choleraflucht liegen hauptsächlich zwei Motive zu Grunde, einmal will man einen inficirten Ort verlassen, und dann aber einen aufsuchen, der nicht nur noch nicht inficirt, sondern gar nicht inficirbar, der immun ist, und aus diesem zweiten Grunde floh man in Beirut nicht längs der Küste, sondern in's Gebirge. Städte, welche weit von einem Gebirge oder sonst immunen Gegenden liegen, müssten allerdings von vornherein auf diese Wohlthat verzichten, aber auch für diejenigen Städte und Orte, welche in der Lage wären, nach diesem Mittel zu greifen, welches auch in Indien namentlich bei Kasernen und Gefängnissen längst nicht mehr zu den ungewöhnlichen gehört, sind die Erfahrungen, die man in Beirut gemacht hat, nicht sehr ermunternd. Ein Augenzeuge schreibt darüber aus Beirut am 7. August 1875: „Juden, Muhamedaner und Christen haben die Flucht nach den Höhen und Abhängen des Libanon ergriffen, bis diese Bergdörfer nun mit Fremden vollgepfropft sind. Hunderttausende von Piastern fliessen täglich in die Taschen dieser verschuldeten Gebirgsländer in der Form von übertriebenen Wohnungszinsen, Miethen für Maulthiere und Beköstigung der unzählbaren Gäste. Auf der Hauptstrasse in Beirut ist es still wie in Pompeji. Die Hunde ziehen rudelweise hungrig herum und finden kein Bein mehr. Die Nacht ist von den einsamen Wachtleuten gefürchtet, welche gemiethet sind, um die verlassenen Wohnungen zu hüten. Einbrüche sind in vollem Schwung und trotz aller Wachsamkeit des Mutasseriff wird die Mehrzahl der wohlhabenden Flüchtlinge bei der Rückkehr im Herbste nach Beirut finden, dass ihre Häuser befreit sind von Allem, was tragbar und werthvoll ist.“

Man sieht, eine civilisirte europäische Stadt könnte kaum zu solchem Mittel greifen, denn die Folgen wären jedesmal schlimmer, als die eines Krieges; uns wird wohl auch in Zukunft nichts

übrig bleiben, als auf dem Schauplatz der Krankheit auszuharren, die Choleraflüchtlinge werden immer eine kleine Minorität bleiben müssen. Was soll aber thun, wer nicht fliehen will oder kann? Cordon ziehen, desinficiren, schwefeln, hie und da einen Brunnen sperren, saure Kirschen und Gurken confisciren, vor fetten Würsten sich hüten, übervolle Dunggruben leeren, keine Tanzmusiken, sondern nur Kirchen und Theater besuchen etc. etc., was Alles auch nichts hilft? Dass unter solchen Umständen selbst der Fatalismus eines Moslim nicht mehr Stand hält, hat heuer der Kadi (der Richter) von Beirut gezeigt, als er mitten im Gedränge der Flüchtlinge gleichsfalls in die Berge trabte. Ein arabisches Journal (Thumrat-el-Faunoau), welches von einem talentvollen jungen Muhamedaner in Beirut herausgegeben wird, brachte einen langen Artikel über „Gesetz und Glauben" aus der Feder des gelehrten Muselmanns Achmed Effendi Achdab, worin die Gläubigen gescholten werden, dass sie vor der Cholera davon laufen, aber am Schlusse führt er doch, um nicht gar zu schroff zu erscheinen, noch einen Ausspruch des Kalifen Omar an, welcher, als er sich einst weigerte, einen Pestort zu betreten, gefragt wurde: „Willst du Gottes Gesetz entrinnen?" „Ja! von Gottes Gesetz zu Gottes Gesetz." Und so floh heuer in Haufen auch die muselmannische Bevölkerung, um Gottes Gesetz nicht in Beirut, sondern lieber im Libanon abzuwarten, gleich dem grossen und strenggläubigen Kalifen Omar.

II. Hauptfaktoren der Cholera-Verbreitung.

Um die lezte Frage, um welche allein — offen gestanden — sich vorläufig das grosse Publikum und auch die Behörden kümmern, nämlich ob die Cholera 1875 in Syrien, ob überhaupt die zahlreichen Beobachtungen und Untersuchungen, zu welchen die verheerenden Umzüge der Cholera über den Erdkreis schon Veranlassung gegeben und Material geliefert haben, irgend etwas Thatsächliches bieten, woran man sich halten hönnte, nm das Auftreten der Krankheit, wenn auch nicht unmöglich zu machen, so doch ihre Ausdehnung wesentlich zu beschränken und auf diese Art die Cholerafiucht unnöthig zu machen? um diese praktische Frage zu

beantworten, muss vorher etwas recapitulirt und auch schon oft Gesagtes wiederholt werden.

Man kennt längst drei Hauptmomente. welche sich bei der Ausbreitung der Cholera in den Vordergrund drängen, den Einfluss des Verkehrs mit Orten, in welchen die Krankheit herrscht, dann das verschiedene Verhalten des Einzelnen gegen die specifische Cholera-ursache, welche aus Choleraorten stammt, und durch den Verkehr verbreitet wird, ohne dass Alle, welche damit in Berührung kommen, davon gleich afficirt werden, indem die einen leicht, die andern schwer, und die meisten gar nicht erkranken, was man individuelle Disposition genannt hat, in welches Kapitel auch die therapeutische Behandlung der Cholerakranken, das Heilverfahren einschlägt, endlich den Einfluss, welchen die äussere Umgebung des Menschen ausübt, indem es Orte gibt, in welchen die Cholera hingebracht regelmässig wuchert, und andere, in welchen sie nie zur Blüthe gelangt, was man allgemein mit Einfluss der Lokalität bezeichnet, wohin auch atmosphärische und zeitliche Einflüsse zu rechnen sind, da diese wie auf die Individuen ebenso auch auf die Oertlichkeit wirken, in welchen sich die Individuen befinden.

a) Einfluss des Verkehrs.

Vom prophylaktischen Standpunkte aus erschien es vom Anfang an als das Nächstgelegene, Versuche anzustellen, um gegen den Einfluss des Verkehrs zu wirken. Da man den Verkehr auch der Cholera gegenüber und dem Leben zu liebe nicht entbehren und vollständig aufgeben kann, so war man bestrebt, denselben durch Cordone, Quarantänen und Desinfektionen von dem ihm anhaftenden Cholerakeime zu säubern. Wenn man die Resultate dieser Bestrebungen nur mit einiger Kritik in's Auge fasst, so lässt sich kein Nutzen davon nachweisen, auch keine Hoffnung daraus schöpfen, dass es künftig besser gelingen werde. Nicht einmal so isolirte kleine Punkte, wie Giberaltar, Malta und Gozo konnte man bisher vor Einbruch der Cholera schützen, wenn sich die Epidemie in der Umgegend zeigte, sie wurden stets wieder ergriffen, so oft ihre Zeit gekommen war. Man kann zwar sagen, unsere bisherigen Maassregeln waren noch mangelhaft, man müsse sie eben besser machen, —

aber Niemand weiss anzugeben, wie man z. B. eine Quarantäne noch wesentlich anders und besser einrichten und führen sollte, als sie 1865 in Malta war, und welche dort von dem Augenblicke an, als der Ausbruch der Cholera in Alexandria nach Malta telegraphirt war, vom 14. Juni bis 31. Juli aufrecht erhalten und erst wieder aufgegeben wurde, nachdem sich die Krankheit trotz Quarantäne wie sonst auch auf der ganzen Insel verbreitet zeigte. Die Quarantänepraxis arbeitet unter den möglichst ungünstigsten Umständen, erstens kennt man den Stoff nicht, den sie zurückhalten oder zerstören soll, zweitens weiss sie nicht, an was allem er haftet oder haften kann, und endlich ist der menschliche Verkehr ein so vielseitiges und verwickeltes Ding, dass er sich gar nie in dem Maasse wird beherrschen lassen, wie es nothwendig wäre, um jeden ihm anhaftenden Keim auszuschliessen. Auf jeder Zollgränze wird geschwärzt und jede Blokade wird gebrochen; da aber ein einziger Keim, zur günstigen entscheidenden Zeit über die Gränze gebracht, sich gleich wieder zur Frucht oder zum Samen für ein ganzes Land vermehrt, so ist die Erfolglosigkeit dieser Maassregeln etwas selbstverständliches.

Dazu kommt noch, dass man nie weiss, wann der Verkehr Cholerakeim mit sich führt, und man weiss auch nicht, wie lange er eingeschleppt schlummern kann, bis er in einem Orte Wirkungen zu äussern anfängt. Wann und wie der Cholerakeim nach Hama kam, um im April 1875 dort den Ausbruch einer Epidemie zu verursachen, ist ebenso unbekannt, als wann und wie er 1873 nach Heilbronn, Speier oder München kam. Aber in München hat sich zur Evidenz erwiesen, dass der Keim stellenweise mindestens 4 bis 5 Monate liegen kann, ohne zu einer Epidemie zu werden, aber dann unerwartet zu einer solchen sich auswachsen kann. Die Zweitheilung der letzten Münchener Epidemie in eine Sommer- und in eine Winter-Epidemie gehört zu den wichtigsten und interessantesten ätiologischen Thatsachen. Wenn man annehmen kann, dass 1873 der Cholerakeim von Wien nach München gebracht wurde, und da zu einer bestimmten Zeit aufging, so muss man um so mehr zugeben, dass er dann in München während der Sommer-Epidemie Anfangs August auch schon von der Neuhausergasse bis in's Thal,

vom Karlsplatz auf den Gärtnerplatz gekommen ist. Ein paar vereinzelt bleibende Fälle kamen auch bereits im Sommer da zur Beobachtung, zum Zeichen, dass die Cholera als eingeschleppt auch in diesen Stadttheilen anzusehen war, aber Thal und Gärtnerplatz, sowie überhaupt der südöstliche tiefliegende Theil von München wurde doch erst im Winter epidemisch ergriffen. Der eingeschleppte Keim brauchte also mindestens 4 bis 5 Monate, bis sich alle Bedingungen eingestellt hatten, um sich zur Epidemie entwickeln zu können. Wenn aber so grosse Zeiträume zwischen Einschleppung des Keimes und einer Epidemie verstreichen können, wer bürgt dafür, dass durch den Verkehr der Cholerakeim, als er nach Hama gebracht wurde, zur selben Zeit nicht auch schon nach Damaskus und nach Beirut kam, sich nur dort später entwickelte, und dass der Cordon um Hama und die Quarantäne in Beirut viel zu spät daran waren, um der Einschleppung vorbeugen zu können? Dasselbe gilt für das Beispiel von Alexandrien und Malta im Jahre 1865.

Man ist nun geneigt, in Hama autochthone Entstehung anzunehmen. Aber wenn man diese für Hama annimmt, was hindert sie auch für Damaskus anzunehmen? Vielleicht weil der Epidemie von Hama keine andere eines syrischen oder sonst in der Nähe befindlichen Ortes voranging, und in Damaskus nicht, weil sich da die Epidemie einige Wochen später als in Hama entwickelt hat?

Autochthone Entstehung und Einschleppung beliebig nebeneinander anzunehmen, wie es einem gerade passt, ist nicht nur willkührlich, sondern auch unstatthaft, und man kann der Ansicht, die in der Gazette médicale d'Orient sich ausgesprochen findet, nicht beipflichten, dass, wenn man sich das Entstehen der Epidemie in Hama und deren Verbreitung in Syrien überhaupt erklären wolle, man annehmen müsse, „die Ueberfüllung (l'encombrement), der Schmutz (le mephitisme), die Armuth (la misère) hätten eine choleraähnliche (choleriforme) Krankheit erzeugt, wozu die specifischen Elemente in zweiter Linie gekommen seien, die Ansteckung zur primitiven Infektion sich gesellt und dann den ersten Rang eingenommen habe." Es ist auch nicht anzunehmen, „dass von diesem Gesichtspunkte aus die Epidemie von Hama zu einer Fusion der Localisten und Contagionisten beitragen könnte." (A ce point

de vue, l'épidémie de Hama pourrait contribuer à la fusion de localistes et de contagionistes.) Eine solche Fusion wäre Auflösung beider Parteien in Nichts.

b) Einfluss der individuellen Disposition.

Auch der zweite Faktor der Choleraverbreitung, die individuelle Disposition eignet sich nur sehr unvollkommen für allgemeine Durchführung ausgiebiger Maassregeln. Könnte man allen Menschen die individuelle Disposition an Cholera zu erkranken benehmen, so hätte man allerdings ebenso wenig von der Krankheit zu leiden, wie die Hausthiere, welche alle auch keine Disposition für Cholera zeigen, und ein Mittel, welches das bewirken könnte, hätte gleichen Werth mit einer absoluten Einstellung alles Verkehrs mit Choleraorten; aber dazu reichen unsere Kenntnisse vom Wesen der individuellen Disposition noch lange nicht aus. Man weiss zwar, dass das Alter unter 5 Jahren und das Alter über 40 Jahren viel häufiger in schwere Cholera verfällt, als das Alter von 10 bis 20 Jahren, das gewöhnlich mit leichten Diarrhöen davon kommt; man weiss auch, dass die Armen und Schwächlichen mehr zu leiden haben, als die Reichen und Kräftigen, aber man kann während der Dauer einer Choleraepidemie nicht alle Menschen zwischen 10 und 20 Jahren alt, die Armen nicht reich und die Schwächlichen nicht kräftig machen, man muss das wesentlich lassen, wie es ist, zur Zeit wenn die Cholera ausbricht. Ein schon länger bestehender Körperzustand ist nicht so schnell umgewandelt.

Auch die ärztliche Behandlungsweise der Kranken hat noch keine wesentlichen Fortschritte gemacht, denn immer noch stirbt etwa die Hälfte der eigentlichen Cholerafälle. Man weiss, dass den schweren Cholerafällen, welche zur Hälfte tödtlichen Ausgang nehmen, kürzer oder länger oft Diarrhöen vorausgehen, und dass sehr viele Diarrhöen nicht in Cholera übergehen. Es ist nun gewiss öfter der Fall, dass die ärztliche Kunst rechtzeitig zu Hilfe gerufen wirklich manchen Uebergang von der Diarrhöe zur Cholera zu verhindern vermag, aber im grossen Ganzen gibt es nicht aus. Erst jüngst ist die Hypothese [1]) aufgestellt worden, dass die ganze

1) Dr. Freymuth. Gibt es ein praktisches Schutzmittel gegen die Cholera? Versuch der Rettung der Haus- zu Haus-Besuche. Berlin bei Herm. Peters 1875.

individuelle Disposition für Cholera in gar nichts Anderem bestehe, als im Darmkatarrhe; und dass durch Aufsuchung und Behandlung aller Diarrhöen von Haus zu Haus während einer Epidemie der Cholera die Spitze abgebrochen werden könnte. Ohne diesem gewiss nur empfehlenswerthen Streben allen praktischen Werth abzusprechen, kann doch nicht unerwähnt bleiben, dass nach den bereits vorliegenden Thatsachen auch darauf keine übertriebenen Hoffnungen gesetzt werden dürfen. Was die ärztlichen Haus zu Haus-Besuche anstreben, das ist schon oft und namentlich erst wieder bei der letzten lang dauernden Choleraepidemie in München in allen Kasernen in einer Weise durchgeführt worden, wie es in Privatwohnungen gar nie möglich sein würde. Jedes Mannschaftszimmer wurde sorgfältig auf Diarrhöen examinirt, jeden Tag wurden die entdeckten Diarrhöekranken sofort zur geeigneten Behandlung in's Militärspital gebracht, und als man zuletzt untersuchte und verglich, in wie weit die Garnison gegenüber der Civilbevölkerung Münchens besser daran war, da ergab sich im Verhältniss der Todesfälle aber auch nicht der geringste Unterschied zu Gunsten der beim Militär mit so viel Strenge und Umsicht durchgeführten Maassregeln, was um so bemerkenswerther ist, als das Militärspital sowohl während der Sommer-, als während der Winter-Epidemie von einer Hausepidemie verschont blieb, also nicht als Infektionsherd für an anderen Krankheiten leidendes Militär angesehen werden kann, während die beiden Civilkrankenhäuser Hausepidemien hatten, das Krankenhaus links der Isar sogar zwei. — Auch in den Gefängnissen hat man schon das Vorkommen von Diarrhöen zur Cholerazeit mit grosser Sorgfalt überwacht, aber auch da kein wesentliches Resultat erzielt. In der Gefangenanstalt Laufen kamen unter 522 Gefangenen 128 Cholerafälle, 43 Cholerinen und 126 Diarrhöen mit 83 Todesfällen vor, in dem Strafarbeitshause Rebdorf unter 353 Gefangenen 34 Cholerafälle, 31 Gastrointestinalkatarrhe und 50 Diarrhöen mit 22 Todesfällen. Um auf allgemeine Kosten theure Maassregeln in's Werk zu setzen, dazu berechtigt keine blosse Meinung, sondern nur der nachweisbare gesundheitswirthschaftliche Nutzen.

Damit soll nicht gesagt sein, dass man aufhören solle, nach Mitteln zu suchen, die individuelle Disposition für Cholera auf das

geringste Maass herabzusetzen. Gelänge es, eines zu finden, mit welchem man so viel erzielen könnte, wie mit der Kuhpockenimpfung gegen die Menschenblattern, so wäre das vom höchsten Werthe. Gegen die Blattern konnte man auch durch Sperr- und Isolir-Maassregeln im Grossen nicht das Geringste ausrichten, so wenig wie bei der Cholera, erst als man ein Mittel fand, welches nicht auf jeden Ausschluss des Verkehrs mit Blatternkranken zielte, sondern diesen geradezu freigab, wurde durch Verminderung der individuellen Disposition für Blattern, die Kraft der Blatternseuchen gebrochen. Möchte ein so glücklicher Zufall, welcher die Melkerin von Glocestershire veranlasste, ihre Erfahrung von der Schutzkraft der Kuhpocken einem so scharfsinnigen und vorurtheilsfreien Arzte wie Dr. Jenner mitzutheilen, auch recht bald für die Cholera eintreten!

c) Einfluss von Ort und Zeit.

Es ist nun noch zu erwägen, ob der dritte Faktor der Choleraverbreitung, die Lokalität mehr Aussicht auf ein wirksames praktisches Eingreifen darbietet. Alte und neue Untersuchungen haben über die Gränzen des Zweifels hinaus wenigstens die Thatsache festgestellt, dass der Schwerpunkt der Epidemien nicht in der Verbreitung des Cholerakeimes, sondern zumeist in der Lokalität liegt. Von Choleraorten aus wird der Keim durch den Verkehr damit stets sehr vielfach verbreitet, aber trotz freien und unbehinderten Verkehrs sind epidemische Explosionen doch nur selten die Folge davon, und wo sie erfolgen, sieht man sich beim Vergleiche mit der Mehrzahl der Orte, an welchen sie trotz Einschleppung nicht erfolgen, und bei näherer Betrachtung, überall gezwungen, örtliche und zeitliche, ausserhalb der Kranken liegende Momente zur Erklärung ihrer Verwüstungen herbeizuziehen. Wer die Verbreitung der Cholera von einem Infektionscentrum aus an den Fäden des Verkehrs und der einzelnen Erkrankungen in weiteren Kreisen umfassend verfolgt, dem kann das nicht entgehen, und gegenüber den gegenwärtig noch herrschenden Ansichten kann nicht oft genug wiederholt werden, „dass der Verkehr mit Choleraorten höchstens die Gefahr eines Zünders oder einer Lunte in sich trägt, dass aber

die Gewalt der Epidemie, die uns gesundheitswirthschaftlich ja allein zum Einschreiten bestimmen kann, wozu einzelne sporadische Fälle ja nie Anlass bieten würden, von lokal aufgehäuftem Brennstoffe, von dem Pulver abhängt, womit die Mine zuvor geladen sein muss, wenn der hineinfallende Funke eine grössere Wirkung äussern soll. Daraus geht der für die Praxis, die wir gegen Epidemien richten wollen und sollen, wichtigste Satz hervor, dass man viel klüger thut, diesen Minen und dem örtlichen Pulver in denselben nachzuspüren, um es allmälig zu beseitigen, ehe die Funken anfangen durch die Luft zu fliegen, als allen von den durcheinander wirbelnden Winden des Verkehrs getragenen einzelnen Funken nachzujagen und jeden einzeln zu löschen zu versuchen, ehe einer eine Mine unter unsern Füssen oder neben uns entzündet, und uns dann regelmässig sammt unseren Löschapparaten doch immer unsanft in die Luft schleudert. Jedermann weiss, dass die brennende Lunte auf einem Geschütz ohne Pulver ein ganz harmloses Ding ist, womit man nur Kinder schrecken und woran man sich höchstens etwas die Finger verbrennen kann."

Gesundheitswirthschaftlich kann es uns gleichgiltig sein, wohin Krankheitskeime gebracht werden, wenn sie nur keinen erheblichen Schaden an der allgemeinen Gesundheit anrichten. Der Cholerakeim ist — ich möchte sagen glücklicher Weise — in seiner Wirkung an eine Anzahl örtlicher und zeitlicher Momente gebunden, und wo und wann er diese nicht findet, vermag er trotz vielfacher Einschleppung keinen solchen Schaden anzurichten, dass es der Mühe werth wäre, allgemeine Maassregeln gegen seine Einschleppung zu richten, wenn man auch im Besitze von Mitteln wäre, welche sie verhindern könnten. Es kommt nicht so sehr darauf an, ob überhaupt Cholerakeim verbreitet wird, sondern wohin er gebracht wird.

Dieser Hilfsmomente, welche gleichzeitig zusammenwirken müssen, gibt es mehrere, aber gerade mit ihnen hat sich die wissenschaftliche exakte Forschung erst vor Kurzem ernstlich zu beschäftigen angefangen, wesshalb einstweilen nur wenig davon erforscht ist. Jedoch eines kann bereits als sicher angenommen werden, nämlich dass der Boden und dessen Verunreinigung durch die Abfälle des menschlichen Haushaltes eine wesentliche Rolle dabei spielt, wenn

wir auch die Art seiner Wirkung und seines Zusammenhanges mit dem durch den Verkehr verbreiteten Cholerakeime noch gar nicht kennen. Diese Bodenverunreinigung ist ein einzelnes Moment und genügt für sich allein auch noch nicht, sondern es müssen noch andere hinzutreten, von denen wir einstweilen nur sehr wenig wissen, aber das hindert nicht, einen Bestandtheil des Gemenges als wesentlich zu erkennen und darnach zu handeln.

Die Verunreinigung des Bodens mit den Abfallstoffen des menschlichen Haushaltes ist von der Choleralokalität ebenso nur ein Theil des Ganzen, wie etwa die Kohle ein Bestandtheil des Schiesspulvers ist; mit diesem Bestandtheil allein kann man nicht die geringste explosive Wirkung ausüben, obschon er zum Schiesspulver unentbehrlich ist. Auch mit den andern Bestandtheilen allein, mit Salpeter und Schwefel lässt sich nichts ausrichten, sondern gerade nur mit der rechten Mischung aus allen dreien. Die Libanondörfer mögen ebenso viel Schmutz oder Kohle wie Hama gehabt haben, aber es scheint die nöthige Menge Schwefel oder Salpeter dazu gefehlt zu haben, oder es war das ganze Pulver zu feucht, als dass es die von Beirut und Damaskus aus durch den Libanon sprühenden Cholerafunken hätten entzünden können.

Das örtliche Cholerapulver ist wahrscheinlich nicht so einfach zusammengesetzt, wie das Schiesspulver, aber schon an diesem einfachen Präparate lässt sich demonstriren, wie stets eine bestimmte glückliche Mischung dazu gehört, um ein Unglück damit anzurichten und dass wenigstens „immer eins, zwei, drei dazu nöthig sei." Selbst in der ständigen Heimat der Cholera, in Niederbengalen sind nicht immer alle Bedingungen für Epidemien beisammen, bald scheint es eine Zeit lang an Schwefel oder an Salpeter, oder an beiden zu fehlen, obschon der Schmutz, die Kohle, und der Zünder oder die Lunte, einzelne Cholerafälle immer zugegen sind. In manchen Orten stellen sich alle nöthigen Bedingungen zusammen nur äusserst selten, in einigen gar nicht ein. So hat z. B. Lyon seit 1830 den zahlreichen Einschleppungen von Marseille und Paris aus bis jetzt immer glücklich widerstanden, mit der einzigen kleinen Ausnahme im Jahre 1854, wo nach vorausgegangener halbjähriger, abnormer Trockenheit die beiden tief auf Alluvialboden liegenden

Stadttheile Guillotière und Perrache epidemisch von Cholera ergriffen wurden, während die hoch auf den Granithöhen liegenden Croix rousse, Fourvière, St. Just, Ste. Foy etc. auch diessmal ebenso frei von Epidemie blieben, wie 1849 ganz Lyon, obschon damals der Aufstand war, in Marseille und Paris Cholera herrschte und die Stadt von Regimentern belagert, erobert und besetzt wurde, welche die Cholera mitgebracht hatten. Nach Lyon fliehen zu Cholerazeiten die reichen Leute aus Paris und Marseille, wie die Einwohner von Beirut und Damaskus nach dem Libanon, und mit gleich günstigem Erfolge. Binnen 40 Jahren hatte Lyon nur einmal, und auch da nur in sehr beschränkter Ausdehnung alle Bedingungen der örtlichen und zeitlichen Disposition für Cholera, obschon es an Schmutz und Einschleppungen nie gefehlt hat. Die überfüllten Arbeiterquartiere auf Croix rousse sind vielleicht so schmutzig wie ein Libanondorf, ja ich habe Häuser dort besucht, die sich selbst sogar mit Hama messen können.

Es ist möglich, dass wir an anderen Momenten als dem Boden und dessen Verunreinigung, dass wir an anderen örtlichen und zeitlichen Bedingungen, die man mit Schwefel und Salpeter des Pulvers vergleichen kann, auch noch Anhaltspunkte, ja vielleicht noch bequemere gewinnen, wenn wir diese Dinge noch besser studirt und kernen gelernt haben, wodurch wir der Entwicklung von Epidemien verbeugen können, aber vorläufig genügt es, sich an das Bekannte, an die Kohle zu halten, und diese überall möglichst zu entfernen zu suchen. Wenn ein Vorgang von einer Reihe, von einer Kette von wesentlichen Ursachen abhängt, dann ist es, um ihn zu verhindern, nicht nothwendig, jedes einzelne Glied der Kette einzeln zu zerbrechen, sondern dann genügt schon ein einziges dazu, allen Zusammenhang zu lösen. Und so ist der menschliche Verkehr gewiss auch ein wesentliches Glied in der Kette der Ursachen der Verbreitung der Cholera, aber leider ein noch ganz im Dunkel liegendes, und in der Praxis am ungeschicktesten und schwierigsten im erforderlichen Grade zu fassen und am wenigsten zu halten. Wir können nicht allen Verkehr aufgeben, um vor der Cholera sicher zu sein, denn die Consequenzen wären viel schlimmer als hie und da eine Choleraepidemie, abgesehen davon, dass alle bisherigen

Bemühungen in dieser Richtung ohnehin fruchtlos geblieben sind und wohl auch immer bleiben werden. Halten wir uns daher einstweilen an den Boden.

III. Choleraprophylaxe.

Wer als Hauptziel der praktischen Thätigkeit gegen Choleraepidemien die Reinigung und Reinhaltung des Bodens der menschlichen Wohnstätten bezeichnet, der muss sich auch darüber klar sein, was in dieser Beziehung zu thun ist und geschehen kann, und ob das, was etwa schon geschehen ist, auch wirklich genützt hat. Die meisten glauben, wenn sie von der Assanirung des Bodens einer Stadt oder eines Ortes hören, dass damit eigentlich doch nichts anzufangen sei, denn man könne einem Orte doch keine andere Lage und keinen anderen Boden geben, als er von Natur aus hat; man müsse die wesentlichen Verhältnisse lassen, wie sie eben sind oder im Laufe der Zeit geworden sind; Menschenhand vermöge daran nichts zu ändern. Es kann sich allerdings gar nie darum handeln, einen Alluvialboden in compakten Granit, oder eine Lehmschichte, auf der ein Ort steht, in eine Sandschichte zu verwandeln; es soll am Boden nichts geändert werden, als was der Mensch auch schon bisher an ihm geändert hat, nur soll künftig der Mensch die Aenderung in einer anderen, in der entgegengesetzten Richtung vornehmen. Bisher haben wir den Boden mit den Abfällen unseres Haushaltes vielfach imprägnirt, künftig sollen wir das nicht mehr thun, sondern diese Abfälle in anderer Weise beseitigen, sie von unseren Wohnstätten möglichst fern halten, und wie wir den Baugrund unserer Häuser bisher unbedenklich mit allen möglichen Unsauberkeiten getränkt haben und sie von ihm weiter verarbeiten liessen, so sollen wir ihn fortan nur mehr mit reiner Luft und reinem Wasser fegen, dann werden wir bald auch allen alten Schmutz, der aus früheren Zeiten darin zurückgeblieben ist, daraus wieder fortschaffen, gleichwie ein Leichenacker von faulenden Leichen frei wird, ohne dass man sie ausgräbt, sobald man aufhört, neue Beerdigungen vorzunehmen.

Regelrechte Kanalisation und reichliche Versorgung mit reinem Wasser, Entfernung aller Versitzgruben, überhaupt aller Gelegen-

heiten, welche den Grund unserer Wohngebäude und ihrer nächsten Umgebung mit reichlicher Nahrung für das organische Leben im Boden bisher so allgemein versehen haben, Beseitigung der Stauungen für den Abfluss des Wassers auf der Oberfläche und unter derselben, wodurch so grosse Schwankungen im Feuchtigkeitsgehalte des Bodens eingetreten sind, — das müssen unsere Ziele werden.

Es ist ungerechtfertigt, bei der Wasserversorgung einen Unterschied zwischen Trinkwasser und Nutzwasser zu machen, soweit die Reinheit des Wassers in Frage kommt. Wenn wir unreines Wasser, Krankheitskeime tragendes Wasser in grossen Massen in unsere Wohnungen und auf die Oberfläche des Bodens bringen, so pflanzen wir damit gewiss öfter und mehr Schädlichkeiten an, als wenn wir von solchem Wasser ein Glas trinken, insoferne unser Magen durch seinen besondern Saft gar manchen Infektionsstoff verdaut, der direkt oder durch die Lungen in's Blut gebracht schädlich wirkt, wie z. B. die Versuche von Colin bewiesen haben, dass im Magen selbst Milzbrandgift desinficirt und unschädlich wird.

Den Anforderungen der Sistirung der Bodenverunreinigung und den Anforderungen der Reinigung eines imprägnirten Bodens muss mit der Zeit nicht nur wegen der Cholera, sondern auch aus anderen sanitären Gründen genügt werden, denn unreiner Boden spielt nicht nur bei Cholera-Epidemien, sondern auch bei anderen gesundheitswirthschaftlich sehr wichtigen Krankheiten, z. B. beim Abdominaltyphus eine nicht mehr länger zu verkennende, hervorragende Rolle. Jeder Ort nun, welcher sich diese Aufgabe ernstlich stellt, leistet dann nicht blos zeitweise etwas gegen die Cholera, sondern für immer und beständig auch etwas Grosses für die Gesundheit überhaupt.

Dem kann man nur entgegnen, dass bei aller Anerkennung der Zweckmässigkeit und des Nutzens der Sache die Aufgabe doch technisch eine schwierige, finanziell eine theure und aus gar manchen Gründen nicht überall durchführbar sei.

Die technischen Schwierigkeiten sind grossentheils schon glücklich überwunden, und durch vermehrte Anwendung werden sie immer noch mehr überwunden werden. Selbst wenn noch nicht alle Verunreinigung des Bodens hintangehalten wird, so kann sie doch um

ein sehr beträchtliches herabgemindert werden. Die Aufgabe ist allerdings gross, und die wenigsten Menschen haben eine genügende Vorstellung davon. Rechnet man durchschnittlich nur

für 1 Person i. Jahre		34 Kilo	Koth
		428 „	Harn
11 Zentner	567	90 „	Küchenabfälle und Hauskehricht
		15 „	Asche (bei Holzfeuerung) und
146 Zentner		7300 „	Gebrauchswasser (20 Liter per Tag)

so macht das jährlich 7876 Kilo, oder mehrere Lastfuhren für eine Person, was fortgeschafft werden muss, wenn es sich nicht anhäufen und in den Boden eindringen soll. Da diese Zahlen einer aus Kindern und Erwachsenen zusammengesetzten Bevölkerung männlichen und weiblichen Geschlechtes entsprechen, und das Körpergewicht einer solchen Durchschnittsperson höchstens zu 45 Kilo angenommen werden kann, so staunt man, wie schon die jährliche Harnmenge allein das Durchnittsgewicht der Person, von welcher der Harn stammt, um das 10fache übersteigt.

Aus diesen Zahlen dürfte aber auch Jederman sofort einleuchtend werden, wie unvollkommen durchschnittlich unsere bisherigen Methoden zur Entfernung dieser Abfälle gewesen sein und in welch' hohem Grade sie zur Verunreinigung unserer Wohnplätze beigetragen haben müssen. Bisher musste unter gewöhnlichen Umständen der Boden sicherlich mehr als 90 Procent davon verarbeiten. Wenn wir nun künftig vielleicht auch nicht alles entfernen können, so müssen wir doch streben, das Maass der Verunreinigung auf 20 bis 10 Procent herunterzubringen.

Was die Kosten anlangt, so decken sich dieselben leicht durch den Wegfall der Ausgaben, welche wir schon bisher oft bei Epidemieen ohne Murren geleistet haben. Wenn von den 60000 Einwohnern von Beirut, von denen $^3/_4$ nach dem Libanon geflohen waren, wirklich nur 40000 dort zwei Monate lang den Ablauf der Cholera abwarteten, und jeder Tag für 1 Person nur 1 Mark Kosten verursachte, so haben die zwei Monate Choleraflucht allein schon 2400000 Mark gekostet.

Wenn eine möglichst vollständige Bodenreinigung nicht überall

in jedem Orte durchführbar ist, so darf das kein Grund sein, sie dort in Angriff zu nehmen, wo sie durchführbar ist. Es schadet nichts, sondern kann nur viel nützen, wenn einstweilen bloss die Städte, ja selbst bloss die grösseren Städte dem platten Lande vorausgehen. Die Städte sind viel grössere Verkehrscentren, als die Dörfer. Desswegen werden sehr regelmässig auch die Städte früher von Cholera ergriffen, als das Land umher, und wäre die Cholera nicht in der Stadt, so könnte sie auch nicht auf das Land verschleppt werden. Je grösser ein Ort und sein Verkehr ist, desto wichtiger ist es für's Allgemeine, dass er frei von verschleppbaren Epidemien bleibe.

Aber — fragen ängstliche Gemüther — wird das Mittel auch wirklich helfen? Täuscht man sich da nicht auch? Es ist merkwürdig, dass diesen, welche so fragen, in der Regel kein Mittel zweifelhaft dünkt, sobald ihnen die Gefahr im Nacken sitzt, und dass es ihnen dann auch nicht leicht zu theuer vorkommt, wenn es nur eines ist, was man sofort haben und anwenden kann. Sobald aber die Gefahr wieder verschwunden ist, dann werden die nämlichen Leute auch wieder hochkritisch und ist ihnen alles zu theuer, wenn es sich auch um etwas handelt, das man noch zu vielen andern Zwecken, als die Furcht zu bannen, nützlich verwenden könnte. Viele glauben weise zu sein, wenn sie sagen, es komme nicht bloss auf den Boden und seine Verunreinigung an, sondern es spielen da noch eine Anzahl anderer Ursachen mit, gegen die man auch etwas thun müsse, und wenn man allen Rathschlägen, die da nun laut werden, folgte, so geschähe schliesslich allerdings mancherlei, vielleicht in allen Richtungen etwas, aber im Ganzen **nichts**. Anstatt einen einzigen der wesentlichen Bestandtheile des Pulvers für örtliche Epidemien, z. B. die Kohle, möglichst ganz zu entfernen, und die übrige Mischung von Salpeter und Schwefel dadurch unwirksam zu machen, nimmt man neben etwas Kohle wohl auch etwas Schwefel und auch etwas Salpeter hinweg, aber lässt im Ganzen noch Pulver genug übrig, um wieder in die Luft zu fliegen, sobald ein Funke von aussen kommt.

Man muss die Sache wenigstens in **einer** Richtung **gründlich** machen. Wenn kanalisirt wird und nebenbei der Unrath wie vor-

her in den Häusern und in den Gruben bleibt, wenn die Kanäle weiter zu nichts dienen, als das Regenwasser und den Ablauf der Brunnen aufzunehmen, oder wenn die Kanäle ohne gehöriges Profil und Gefälle, oder ohne Spülung, oder ohne Sohle, oder ohne solide Sohle sind, — dann können allerdings auch sie die Verunreinigung des Bodens nicht vermindern, sondern sogar zu deren Vermehrung beitragen; — aber wo die Arbeit mit Zugrundelegung ihres eigentlichen principiellen Zweckes durchgeführt worden ist, da hat sie bisher überall einen nachweisbaren günstigen Einfluss auf die Ortsgesundheit ausgeübt und sich namentlich auch als Mittel gegen die Cholera bewährt. Die Untersuchung von John Simon im 9. Jahresberichte 1866 an das Privy Council über die Abnahme der Mortalität in 24 englischen Städten nach der Durchführung der sogenannten Sanitary Works ist in ihrem wesentlichen Resultate auch ferner bis zum heutigen Tage durch die Thatsachen bestätigt worden. Die geringe Ausdehnung und die geringe Intensität der Cholera in England im Jahre 1866, die Nichtbetheiligung Englands seitdem an den Choleraepidemien des benachbarten Kontinents muss gegenüber den zahlreichen und heftigen Epidemien in den dreissiger, vierziger und fünfziger Jahren in England als ein Zeugniss betrachtet werden, dass man praktisch auf dem rechten Wege sei. 1866 hat Lübeck im Gegensatz zu seinem sonstigen Verhalten nur einige wenige Cholerafälle gehabt, nachdem auf Anregung von Dr. Cordes eine systematische Kanalisation durchgeführt worden war, und wer noch zweifeln wollte, den konnte erst jüngst 1873 das Verhalten der Cholera in zwei deutschen Städten überzeugen, welche früher bei jeder Gelegenheit sich durch heftige und häufige Choleraepidemien auszeichneten, ich meine Danzig und Halle a. d. Saale. So oft im Regierungsbezirke Danzig die Bedingungen für Choleraepidemien gegeben waren, war die Stadt Danzig Hauptsitz der Krankheit, und diesmal war die Cholera in mehreren Orten des Regierungsbezirks so heftig wie sonst, ja sie rückte bis vor die Thore der Stadt (Heubude und Strohteich), aber in der Stadt Danzig selbst ging es diesmal mit etwa 100 Fällen ab, von denen die Mehrzahl, namentlich lokal gehäuftere Erkrankungen fast ausschliesslich auf Häuser trafen, welche ihr altes Senkgrubensystem noch beibehalten hatten.

Auch die Stadt Halle hatte eine traurige Berühmtheit für Cholera noch bis zum Jahre 1866 gezeigt, aber im Jahre 1873 wanderte die Krankheit in epidemischer Ausbreitung von Magdeburg bis in die Vororte von Halle, und die Stadt blieb diessmal verschont.

Diese Thatsachen im Verein mit anderen sind doch zu auffallend, als dass man nicht fragen sollte, was denn Danzig und Halle seit 1866 gethan haben, dass sie gegen alle sonstige Regel 1873 so gut wegkamen? Danzig hat seitdem durch seinen Oberbürgermeister v. Winter aufgestachelt wesentlich nur einen regelrechten, raschen Ablauf für allen schwemmbaren Unrath aus den Häusern hergestellt und das hiefür nöthige reine Wasser von aussen zugeführt. Auch Halle hat inzwischen durch Delbrück's Untersuchungen aufmerksam gemacht seinen Boden genauer untersucht und viel für die Reinigung desselben gethan, namentlich auch seine alte Wasserkunst aufgegeben, welche aus der Saale an einer Stelle schöpfte, oberhalb welcher die Kloaken der Stadt in den Fluss mündeten, und von wo aus der verdünnte Unrath neuerdings in die Häuser zurückgelangte und auf dem Boden der Stadt ausgebreitet wurde. Dafür wurde nun von aussen die nöthige Menge reinen Wassers beigeschafft.

Jedenfalls sieht man, dass sowohl in Danzig als in Halle irgend ein wesentliches Glied der Kette der örtlichen Ursachen der Cholera zwischen 1866 und 1873 gesprengt worden sein muss, und wenn man Alles noch so genau erwägt, so findet man nichts, als die vermehrte Reinhaltung des Bodens. Die Praxis kann daher ruhig fortmachen und dem noch herrschenden Streite zwischen Contagionisten und Lokalisten zuschauen und diese ihn ausfechten lassen, auf welche Art Kanalisirung und Wasserversorgung wirken; dass sie wirken, wird keiner der Kämpfenden mehr bestreiten, alle sehen ein, dass wir den Boden unserer Wohnorte rein zu machen haben, damit wir ihn zur Cholerazeit nicht zu fliehen nothwendig haben.

Von diesem Standpunkte aus vermag man nicht bloss in den nächsten Kreisen, sondern auch noch weit über die Gränzen Europa's hinaus günstig für die öffentliche Gesundheit zu wirken. Durch eine gründliche Bodenreinigung auch in den orientalischen

Städten vermag man der Cholera den wesentlichsten Theil der Fähigkeit zu benehmen, auf weitere Strecken aus ihrer Heimat bis zu uns zu wandern, wozu sie erfahrungsgemäss in gewissen Abständen von Indien immer wieder Stationen, Haltplätze auf dem Lande bedarf, um sich da, wie im heimischen Boden erst wieder zu regeneriren und neue Kraft zu gewinnen, ehe sie von solchen Etappen aus durch den Verkehr weiter verschleppt werden kann. Die Geschichte beweist zur Evidenz, dass die Cholera durch den Seeverkehr über gewisse Entfernungen oder richtiger gesagt, über eine gewisse Zeitdauer der Reise hinaus nicht verschleppt werden kann. England hat durch seinen ununterbrochenen grossartigen Seeverkehr mit Indien über das Kap der guten Hoffnung noch nie Cholera bekommen, ja das Capland selbst hat noch nie eine Epidemie gehabt, so wenig als Australien, — England hat seine Epidemien immer erst bekommen, wenn die Cholera auf dem europäischen Continente über Asien zu Land oder die kurze Strecke über das Mittelmeer zur See gewandert war. Die Schiffe nehmen allerdings hie und da ausser bereits cholerakranken oder cholerainficirten Personen in noch nicht näher bekannter Weise aus Choleraorten auch Cholerastoff an Bord mit, der sowohl auf dem Schiffe weitere Infectionen veranlassen, als auch keimfähig anderswo vom Schiff an's Land getragen werden kann, der aber auf den Schiffen, wenn diese kein Land berühren, meist in drei bis vier Wochen regelmässig abstirbt. Es sind nur wenige Fälle bekannt, in denen er sich über ein Monat auf Schiffen conservirt hat. Das nämliche hat man bei Karawanen heobachtet, wenn deren Weg durch eine Wüste wenigstens 3 Wochen dauert. Die Wasserwüste und die Sandwüste scheinen nie die Bedingungen zur Reproduktion des Cholerainfektionsstoffes zu bieten, welchen das Ganges-Delta und andere Theile Indiens seit Jahrtausenden erzeugen. Es gehört der Boden nothwendig dazu, und nur im Boden des endemischen Choleragebietes in Indien finden sich alle Bedingungen zur ständigen Erhaltung und zu zeitweisen Epidemien und zu letzteren häufiger, als ausser Indiens zusammen, als dort gewisse meteorologische Einflüsse auf den Boden, die auch dazu gehören, sich regelmässiger und ausgebildeter finden. Alle diese örtlichen und zeitlichen Bedingungen

finden sich anderwärts seltener zusammen; die Cholera wird von Indien aus erfahrungsgemäss viel öfter nach Bender-Buschir am persischen und nach Suez am rothen Meere gebracht, als sie sich da zu Epidemien entwickelt, und nur gleichsam neu entstanden kann sie dann von diesen Landstationen wieder weiter getragen werden.

Da die Cholera aus Indien nur mit Hilfe gewisser Landetappen nach Europa wandert, so darf man hoffen, dass man durch Assanirung des Bodens derselben gegen die Choleraverbreitung unendlich mehr ausrichten wird, als wir durch alle bisherigen Quarantänen und Cordone und Inspektionen je vermocht haben oder künftig zu wirken hoffen dürfen. Um aber in dieser Richtung etwas thun zu können, darf man nie warten, bis die Cholera ausbricht, da ist von kurzer Hand nicht das Geringste zu machen, wie die Erfahrung bis jetzt hinreichend gelehrt hat, sondern da muss Alles länger vorbereitet und ausgeführt sein. Wie es eine Handels- und Eisenbahnpolitik gibt, so muss man auch Gesundheitspolitik treiben. Assanirung der Verkehrscentren im Orient ist für die Choleraprophylaxe die wichtigste Aufgabe und vorläufig das einzige Mittel, welches sich vor der Erfahrung und vor dem gesunden Menschenverstande rechtfertigen lässt; alles übrige, was bisher geschah, sind bloss nutzlose, momentane, unwillkührliche Zuckungen, krampfhafte Bewegungen, in die wir gerathen, so oft uns das Uebel befällt, mit denen aber auch nicht das Geringste am Stande der Sache geändert wird, wenn sie auch noch so energisch ausgeführt werden.

Zur Nervenreizung durch concentrirte Lösungen indifferenter Substanzen.

Von

Dr. Hans Buchner.

(Mit Tafel I.)

Die nachfolgenden Untersuchungen bilden eine Fortsetzung meiner im vorigen Jahre in dieser Zeitschrift mitgetheilten Beobachtungen [1]). Abgesehen von dem weitergehenden Interesse, welches sich mir an einzelne Ergebnisse zu knüpfen scheint, können dieselben im Besonderen nur die Bedeutung beanspruchen, für die Einsicht in den Mechanismus der Erregung des Froschnerven von sonst weniger beachteter Seite her vielleicht einige förderliche Anhaltspunkte zu liefern.

Ich weiss ganz wohl, dass es keine Beobachtung mit den einfachsten Bedingungen ist, wenn die Nerven mit concentrirten Lösungen von Salzen gereizt werden; denn es wirken dabei verschiedene Faktoren zusammen: Wasserentziehung, Quellung, Eindringen fremder fester Substanzen und vielleicht noch andere Vorgänge kommen zugleich in Thätigkeit und können jeder für sich den Nerven in der oder jener Weise verändern. Wenn es also darauf ankam, möglichst sichere Schlussfolgerungen zu erlangen und theoretische Fortschritte zu machen, so hätte man sich wohl mit einfacheren Versuchen beschäftigen sollen.

Allein die Untersuchung dieser Nervenreizmittel erschien mir doch von Interesse für die Erweiterung unserer Erfahrungen in dem

1) 1874 S. 378.

ganzen Gebiete der Nervenreize; zumal da sich gerade hier die messende Verfolgung der Lebenserscheinungen und der reizenden Einflüsse, nämlich der osmotischen Vorgänge, verbinden lässt, wodurch die Beobachtungen sehr an Verständlichkeit gewinnen.

Bei Untersuchung der osmotischen Vorgänge bin ich dann auf Thatsachen geführt worden, welche von allgemeinerem Interesse sind, weil sie auf elementare Vorgänge hindeuten. Dieselben finden im zweiten Abschnitt ihre besondere Erledigung.

Wie jene früheren sind auch die gegenwärtigen Arbeiten im physiologischen Institute zu München ausgeführt, und sage ich Herrn Professor Voit für seine vielfache Unterstützung meinen besten Dank.

I. Zur Wirkung der gesättigten Harnstoff- und Kochsalzlösung auf den Froschnerven.

In meiner früheren Mittheilung habe ich gezeigt, dass gesättigte Harnstofflösungen am Nervmuskelpräparate des Frosches unter allen Umständen schwächere und kürzer dauernde Krämpfe erzeugen als gesättigte Lösungen von Kochsalz. Zugleich wurde nachgewiesen, dass diesem Unterschied in der reizenden Wirkung beider Lösungen eine Verschiedenheit ihres osmotischen Verhaltens gegenüber den frischen Geweben des Frosches parallel geht.

Dadurch war ein Causalverhältniss beider Erscheinungen allerdings wahrscheinlich gemacht, doch fehlte sehr Vieles zur genaueren Begründung eines solchen Zusammenhangs. Zunächst schien die Untersuchung der Erregbarkeitsveränderungen bei Einwirkung jener Lösungen auf den Nerven indicirt, weil man als möglich erachten musste, dass die verschiedene chemische Beschaffenheit der angewendeten Stoffe, nämlich Harnstoff und Chlornatrium, in sehr verschiedener Weise dieselbe beeinflussen könnte. Dabei verstehe ich unter Erregbarkeit die Grösse der Widerstände, welche die kleinsten Theilchen des Nerven der Bewegung oder der Erregung entgegensetzen. Darnach kann das Chlornatrium desshalb stärker wirken als der Harnstoff, weil es stärker reizt, d. h. mit grösserer Geschwindigkeit dem Nerven Wasser entzieht, oder auch dadurch, dass es zugleich die Widerstände verringert und somit die Erregbarkeit steigert. Bei Ausführung der Versuche habe ich mich niemals an die Grenze

des minimalen Reizes, an die von Wundt sogenannte Reizschwelle gehalten. Vielmehr habe ich die Reizquantität stets so gewählt, dass eben eine deutliche, d. h. etwas grössere Contraction des zum Nerven gehörigen Muskels ausgelöst wurde.

Die Versuche wurden mit Hilfe eines besonderen Apparates angestellt, welcher stets die beiden Schenkel des Frosches zugleich zu verwenden gestattete. Die Präparation der Nerven geschah möglichst rasch und mit aller Schonung, und die Präparate kamen dann für die ganze Versuchszeit unter die feuchte Kammer, in welcher sich alle weiteren Veränderungen, das Heranschieben der Gläschen mit den Flüssigkeiten an den senkrecht herabhängenden Nerven und die Anlegung der Elektroden an denselben, mittels zweckmässiger Handgriffe von aussen vornehmen liessen. Immer wurden die Nerven der ganzen Länge nach, von der Wirbelsäule bis zum Kniegelenk, frei präparirt und auch in ihrer ganzen Länge der Einwirkung der Lösungen ausgesetzt.

Als Prüfungsreiz diente der in kleinen Zeiträumen durch den Neef'schen Hammer unterbrochene Induktionsstrom, welcher allein durch Veränderung des Rollenabstandes so bedeutend und so rasch in seiner Intensität abgestuft werden kann, wie dies bei meinen Versuchen nöthig war. Bei der ersten Aufsuchung der Erscheinungen habe ich zur Vereinfachung Metallelektroden (aus Neusilber) angewendet, später jedoch die wesentlichen Resultate einer nachträglichen Prüfung mit unpolarisirbaren Thonstiefel-Elektroden unterzogen, wobei ich immer das Hauptaugenmerk auf eine möglichst gleichmässige Anlagerung der Elektroden an den Nerven richtete und darauf, dass dieselben immer an die gleiche Stelle, nämlich die Mitte der Länge des Nerven gelegt wurden.

Folgende Umstände waren noch zu berücksichtigen. Die Temperatur des nach Norden gelegenen Versuchszimmers blieb auch im Sommer kühl und überhaupt sehr gleichmässig. Der Constanz des als Motor dienenden kleinen Daniell wurde keine besondere Aufmerksamkeit zugewendet, da diese Versuche nie längere Zeit als höchstens 1½ Stunden dauerten. Ferner wäre es streng genommen nöthig gewesen, die Veränderungen des Leitungswiderstandes in den Nerven bei Einwirkung der Lösungen in Betracht zu ziehen, weil

dadurch selbstverständlich die Wirkung des reizenden Stromes verändert werden konnte. Allein man durfte hoffen, dass in dieser Beziehung zwei einander entgegenwirkende Faktoren sich wenigstens theilweise compensiren würden, nämlich die Vergrösserung des Widerstandes durch Verminderung des Volums und darum des Querschnittes in Folge der Wasserentziehung und anderseits die verbesserte Leitungsfähigkeit durch den höheren Concentrationsgrad der im Nerven enthaltenen Lösung. Die Hauptsache jedoch war, dass es sich wesentlich um vergleichende Werthe für die beiden Lösungen von Harnstoff und Kochsalz handelte, welche beide nach meinen früheren Erfahrungen in ähnlicher Weise osmotisch wirken, also den Querschnitt des Nerven in ähnlicher Weise verändern werden, weniger aber um absolute Angaben.

Viel wichtiger schien es, dafür Sorge zu tragen, dass die Ueberleitung des Stromes von den Elektroden auf den Nerven immer gleichmässig von statten gehen könne, dass nicht etwa der Nerv, wenn er nach der Präparation in den Apparat kommt und nun vor Einwirkung irgend einer Lösung auf seine ursprüngliche Erregbarkeit geprüft werden soll, etwa durch eine trockene Oberfläche besondere Widerstände biete, die bei den späteren Prüfungen dann nicht mehr vorhanden wären. Um diese Fehlerquelle zu vermeiden pflegte ich den Nerven unmittelbar vor Constatirung seines primären Erregbarkeitsgrades in eine Lösung von 0.7% Chlornatrium zu tauchen, welche bekanntlich den Nerven möglichst wenig verändert.

Schliesslich muss noch erwähnt werden, dass zu den Versuchen nur chemisch reines Kochsalz und künstlich dargestellter Harnstoff angewendet wurde.

Das erste war die Untersuchung des Erregbarkeitszustandes der Nerven nach dem Vorübergehen des Tetanus, welcher durch Einwirkung der gesättigten Harnstoff- und Kochsalzlösung erzeugt worden war. In einer grossen Zahl von Fällen habe ich stets gefunden, dass nach dem Aufhören des Kochsalztetanus die Erregbarkeit sehr vermindert, häufig überhaupt erloschen ist; im Gegentheil hat sich gezeigt, dass dieselbe nach dem Ende des Harnstofftetanus bei leistungsfähigen Nerven niemals vermindert, sondern

stets erheblich gesteigert angetroffen wird. Allerdings sinkt auch in diesem Falle die Erregbarkeit bald genug von jener Höhe herab: allein jedesmal bleiben diejenigen Nerven, welche den Harnstofftetanus durchgemacht haben, viel länger reaktionsfähig als solche, welche den Kochsalztetanus durchgemacht haben. Diese Erscheinung ist im Allgemeinen wohl erklärlich, da eben der letztere Tetanus nach meinen früheren Erfahrungen [1]) durchschnittlich viel länger dauert und intensiver ausfällt.

Ein paar Beispiele mögen das Gesagte erläutern.

	Minuten nach Beginn des Versuches	Zustand des Nerven	Abstand der Indukt. Rollen in Mm., bei welchem eben deutl. Zuckung erfolgt
Gesättigte Kochsalzlösung	0	frischer Nerv (in die Lösung)	359
	1	Beginn des Tetanus	110
	17	Ende des Tetanus	
	25	vollkommen unerregbar	
	0	frischer Nerv	330
	1½	Beginn des Tetanus	130
	26	Ende des Tetanus	
	33	vollkommen unerregbar	
Gesättigte Harnstofflösung	0	frischer Nerv	315
	3	Beginn des Tetanus	400
	17	Ende des Tetanus	350
	27		
	0	frischer Nerv	290
	4	Beginn des Tetanus	440
	22	Ende des Tetanus	290
	29		

1) A. a. O. S. 378.

Nun schien es von Interesse, da der Harnstoff nach diesem Resultate die Erregbarkeit des Nerven zu erhöhen, das Kochsalz dagegen zu vermindern schien, das Verhalten der Erregbarkeit vom Beginn des Eintauchens in die Lösung bis zum Ausbruch der Krämpfe in jedem Falle zu studiren. Allerdings ist dieser Zeitraum bei der gesättigten Kochsalzlösung im Allgemeinen sehr kurz, häufig nur ½ Minute und weniger. Es wäre kaum möglich, in so kurzer Zeit noch mit einiger Sorgfalt zu prüfen. Ich musste daher diesen Zeitraum zu verlängern suchen, was nur durch eine Abschwächung der reizenden Wirkung also durch Anwendung einer weniger concentrirten Lösung oder einer sehr geringen Menge der gesättigten geschehen konnte. Das Letztere wird erreicht, wenn man den Nerven nur für ganz kurze Zeit, höchstens ¼ Minute in die gesättigte Lösung taucht. Beim Herausnehmen bleibt ein gewisser Theil der Flüssigkeit an der Nervenscheide adhärent, welcher nun seine osmotische Wirksamkeit entfalten kann, aber begreiflicher Weise nur in beschränktem Grade, da eben der Vorrath gegenüber der Menge wässriger Flüssigkeit im Nerven ein sehr geringer ist. Hiedurch wird das Ausbrechen der Zuckungen in der That um das 3—4 fache verzögert, und man gewinnt hinreichende Zeit, um die Prüfung der Erregbarkeit vorzunehmen.

Dabei fand sich nun ausnahmslos ein ganz ausserordentlich rasches und hohes Anwachsen derselben, welches namentlich im letzten Augenblick vor dem Ausbruch der durch die Lösung hervorgerufenen Zuckungen sehr bedeutende Dimensionen anzunehmen scheint. Sehr deutlich, weil auf einen noch längeren Zeitraum vertheilt, lässt sich diese Zunahme der Erregbarkeit wahrnehmen bei Anwendung einer 15 procentigen Kochsalzlösung; ebenso ist dieselbe vorhanden bei Einwirkung von gesättigter Harnstofflösung.

Ich gebe einige Beispiele für dieses Verhalten.

Minuten nach Beginn d. Versuches	Zustand des Nerven	Abstand der Indukt. Rollen in Mm., bei welchem eben deutl. Zuckung erfolgt
0	frischer Nerv	395
	für 15 Secunden in gesättigte Kochsalzlösung	
¼		435
	der Nerv bleibt auf den Elektroden im feuchten Raume liegen	
1		500
1½		600
1¾		700
	Auftreten der Krämpfe	
2	Tetanus	
0	frischer Nerv für 30 Sekunden in 15 procentige Kochsalzlösung	
½	Nerv von nun an im feuchten Raume hängend	265
2		295
4		335
6½		375
8½		395
10	Auftreten der Krämpfe	
0	frischer Nerv	305
	für 1 Minute in gesättigte Harnstofflösung	
1	Nerv von nun an im feuchten Raume hängend	330
3		350
4½		370
6		390
6½	wieder in die gesättigte Lösung zurück	
7	Auftreten der Krämpfe	
24	Ende des Tetanus	
29		350

Es wird wohl überflüssig sein, diese Versuche gegen den Einwand zu vertheidigen, als hätten sich bei dem Freihängen der Nerven Vertrocknungserscheinungen einmischen können. In einer Kammer, deren Wände fortwährend mit Wasserdampf beschlagen waren, die beinahe gar keine Luftbewegung besitzt, kann ein vorher mit Flüssigkeit überzogener Nerv selbstverständlich auch nach 10 Minuten noch keine Spuren von Vertrocknung zeigen.

Endlich erschien es mir nun wünschenswerth, auch während des bestehenden Kochsalz- und Harnstoff-Tetanus Nachricht über den Zustand der Erregbarkeit zu erhalten; selbstverständlich konnte dies nur gelingen, wenn die Krämpfe unterbrochen d. h. die Einwirkung der Lösungen möglichst rasch soweit abgeschwächt wurde, dass dieselbe eben keine Zuckungen mehr zu erzeugen vermochte. Dies habe ich zu erreichen versucht, indem ich die in Kochsalz- und Harnstoff-Tetanus begriffenen Nerven aus diesen Lösungen heraus und in destillirtes Wasser oder in 0.7 procentige Kochsalzlösung brachte. Begreiflicher Weise kann hier das destillirte Wasser für eine gewisse Zeit lang nicht wie sonst schädlich wirken, weil dasselbe im Nerven eine concentrirte Lösung antrifft, welche durch Osmose erst vollständig entfernt werden müsste, bevor die Quellung machenden und darum schädlichen Wirkungen des destillirten Wassers eintreten könnten.

Das Beruhigen der Kochsalzkrämpfe erforderte bis zu 5 Minuten lang dauernde Einlage in destillirtes Wasser. Sofortige Prüfung nach dem Aufhören der Zuckungen ergab dann, wenn man sich noch in einem früheren Stadium des Tetanus befunden hatte, regelmässig sehr bedeutende Steigerung der Erregbarkeit, gegenüber der anfänglichen, am frischen Nerven wahrgenommenen. Eben dasselbe stellte sich beim Harnstoff heraus. Ein Beispiel möge dies veranschaulichen.

Minuten nach Beginn d. Versuches	Zustand des Nerven	Abstand der Indukt. Rollen in Mm., bei welchem eben deutl. Zuckung erfolgt
0	frischer Nerv	380
	in gesättigte Kochsalzlösung	
1	Tetanus	
7	aus der gesättigten Kochsalzlösung in solche von 0.7%	
10	nur noch mässiger Tetanus (fortwährend in 0.7% NaCl.)	580
14	Muskel ganz ruhig (fortw. in 0.7% NaCl.)	440
30	" " " " " "	420
97	" " " " " "	400

Man sieht an dem mitgetheilten Beispiele, wie die gesteigerte Erregbarkeit mit der länger dauernden Einwirkung der verdünnten Lösung allmählig absinkt. Bringt man aber einen solchen Nerven in die gesättigte Solution zurück, so beginnen alsbald die Zuckungen wieder und man kann nun von neuem durch Anwendung des destillirten Wassers oder der verdünnten Lösung dieselben beruhigen und die wiederum gesteigerte Erregbarkeit nachweisen. Dieses Schauspiel lässt sich bei einem und demselben Nerven, vorausgesetzt dass derselbe leistungsfähig sei, sehr oftmals und zwar abwechslungsweise mit Kochsalz- und Harnstofflösungen wiederholen.

Schliesslich habe ich noch mit günstigem Erfolge versucht, Nerven, die nach überstandenem Kochsalztetanus in ihrer Erregbarkeit sehr herunter gekommen waren, durch 0.7 procentige Kochsalzlösung oder destillirtes Wasser wieder zu beleben, wie die beiden folgenden Beispiele zeigen.

Minuten nach Beginn d. Versuches	Zustand des Nerven	Abstand der Indukt. Rollen in Mm., bei welchem eben deutl. Zuckung erfolgt
0	frischer Nerv	395
	in gesättigte Kochsalzlösung	
1	Beginn } des Tetanus	110
17	Ende } des Tetanus	
	Nerv nun in 0.7% NaCl Lösung	
22		200
27		175
42		220
74		110
107	unerregbar	
0	frischer Nerv	300
	in 20% Kochsalzlösung	
4	Beginn } des Tetanus	0
26	Ende } des Tetanus	
31	Nerv in destillirtes Wasser	
35		70
39		55

Nach allen diesem sind die Veränderungen der Nervenerregbarkeit durch gesättigte Harnstoff- und Kochsalzlösungen analoge, wiewohl gradweis sehr verschiedene. In beiden Fällen pflegt im Beginne der Wirkung die Erregbarkeit ausserordentlich zu steigen, aber in der Kochsalzlösung ungleich rascher als in der des Harnstoffes. Es scheint dies eine Vorbedingung für den Ausbruch des Tetanus zu sein. Diese Erregbarkeitssteigerung hält während des Tetanus an, wie ich nach den Auswaschungsversuchen mit destillirtem Wasser wenigstens für sehr wahrscheinlich halten muss. Später vermindert sich die Erregbarkeit immer mehr und mehr, nur bei Kochsalz in viel kürzerer Zeit als bei Harnstoff. Sicher ist, dass diese Erhöhung beim Harnstoff noch nach Vorübergehen des Tetanus in den allermeisten Fällen sich findet, während dieselbe beim Kochsalz schon früher einem Sinken Platz macht. In letzterer Hinsicht

ist bedeutsam, dass ich jedesmal schon gegen Ende des Kochsalztetanus, d. h. wenn derselbe zwar nachgelassen aber noch nicht aufgehört hatte, bedeutende Verminderung der Nerven-Erregbarkeit fand.

Es könnte auffallend erscheinen, dass trotz lebhaftem Tetanus die Erregbarkeit des Nerven an der in Kochsalzlösung getauchten Stelle schon sehr gesunken, ja ganz erloschen sein kann. Man muss aber bedenken, dass die Zuckungen des Muskels von einem ganz anderen Abschnitt des Nerven aus veranlasst werden können, als derjenige ist, welchen man eben auf seine Erregbarkeit prüft. Es ist ja eine genaue Lokalisirung der Einwirkung der Lösungen am Nerven unmöglich in Anbetracht der Capillarität und der osmotischen Vorgänge innerhalb des Nervenbündels; d. h. wenn der Nerv auch immer bis zu einem ganz bestimmten Punkt seiner Länge in die Flüssigkeit kommt, so wird doch die Einwirkung derselben sich etwas weiter erstrecken, weil man voraussetzen muss, dass die Lösung im Nerven nach allen Seiten hin diffundirt, folglich im Nervenrohr aufzusteigen vermag. Je länger der Nerv in der Flüssigkeit hängt, desto weiter werden jene Diffusionen sich erstrecken, und so müssen fortwährend neue bisher intacte Theile ergriffen werden. Es ist also möglich, dass in dem Grenzgebiete, wo der durch Kochsalz getödtete Nerv an das unverletzte Stück grenzt, noch Erregungsvorgänge ablaufen, zu einer Zeit, wo das untere Stück schon allzusehr erschöpft ist, um selbst auf starke Prüfungsreize noch zu antworten.

Diese analogen Veränderungen der Nervenerregbarkeit bei Einwirkung von gesättigter Kochsalz- und Harnstofflösung scheinen nun vollkommen in Zusammenhang zu stehen mit den wasserentziehenden Eigenschaften beider Flüssigkeiten, wie sich diese gegenüber den frischen Geweben des Frosches in meinen früheren Versuchen herausgestellt haben. Wenn man die Curven betrachtet, welche ich dort für den Gang der Wasserentziehung entworfen habe [1]), so berechtigt ihr vollkommen analoger Verlauf, der nur quantitative Verschiedenheiten zeigt, zu der Vermuthung, dass auch die analogen Veränderungen der Erregbarkeit im Wesentlichen von

1) A. a. O. S. 395.

Vorgängen bestimmt werden, für deren Grösse uns die Beobachtung des Wasserverlustes einen Anhaltspunkt liefert. Solche Vorgänge sind der Austritt der Wassertheilchen aus den Nervenelementen oder auch der Eintritt der in der Lösung enthaltenen Stoffe. Die letztere Vermuthung ist sehr wenig wahrscheinlich, dass nämlich die sonst indifferenten Stoffe wie Harnstoff und Kochsalz durch ihre einfache Anwesenheit auf die Nervensubstanz jedes in anderer Weise die Erregbarkeit zu beeinflussen vermöchten.

Ein paar Versuche mit Glycerin, welches bekanntlich sehr stark wasserentziehend wirkt, sprechen dafür, dass auch bei diesem Stoffe die Grösse der mit der Wasserentziehung verknüpften Vorgänge bestimmend ist für die Grösse der Reizung. Die Erregbarkeitsveränderungen habe ich hier nicht untersucht. Die Zahlen wurden erhalten, indem ich von zwei Hüftnerven des Frosches an dem einen unmittelbar, an dem andern erst nach drei Minuten lange dauernder Einlage in die Flüssigkeit die Wasserbestimmung ausführte.

	Wassermenge des frischen Nerven in %	Davon ging zu Verlust bei der Einlage %	Aufgenommen feste Theile %
Reines Glycerin	81.1	— 52.0	+ 7.2
Gleiche Theile Glycerin und destill. Wasser	83.9	— 41.0	+ 4.0
Gesättigte Kochsalzlösung	82.9	— 40.8	+ 6.0

Die reizende Wirkung in diesen Fällen gestaltet sich so, dass beim reinen Glycerin beinahe sofort mit dem Eintauchen des Nerven die heftigsten Krämpfe ausbrechen, und der folgende höchst intensive Tetanus etwas über eine halbe Stunde andauert. Bei dem mit gleichen Theilen Wasser verdünnten Glycerin ist diese Wirkung

soweit gemässigt, dass dieselbe mit der einer gesättigten Kochsalzlösung der Dauer und Intensität der Krämpfe nach vollkommen gleichgestellt werden kann; es stimmt dies also vollkommen überein mit den Aufschlüssen, welche die obigen Zahlen über die Grösse des Wasserverlustes in den einzelnen Flüssigkeiten ergaben. Endlich ist zu bemerken, dass nach den Beobachtungen von Harless die einfache Austrocknung des Nerven, ohne Eintritt einer andern Substanz in ähnlichem Grade die Erregbarkeit zu erhöhen im Stande ist.

Zufolge aller dieser Nachweise kann man wenigstens bei concentrirten Harnstoff- und Kochsalzlösungen eine wesentliche Abhängigkeit der Erregungsgrösse des Nerven von der Wasserentziehung resp. von den damit verknüpften Vorgängen für wahrscheinlich halten. Da ich bei der Einwirkung der concentrirten Lösungen auf den Nerven einen schwächeren elektrischen Reiz zur Erregung brauchte, so habe ich bis jetzt, wie es gewöhnlich geschieht, geschlossen, dass die Erregbarkeit des Nerven unter diesem Einfluss gesteigert sei.

Wenn wir aber unter Erregbarkeit nur die Grösse des Widerstandes, den die kleinsten Theilchen des Nerven der Bewegung oder Erregung entgegensetzen, verstehen, oder die Beweglichkeit der kleinsten Theilchen, so ist der obige Schluss noch kein sicherer. Denn es kann die Beweglichkeit oder die Erregbarkeit gleich bleiben, und doch ein schwächerer Reiz schon erregen, wenn nämlich im Nerven noch ein zweiter Reiz wirkt, d. h. andere Momente hinzukommen, welche ihrerseits einen Theil des Widerstandes überwinden oder die Nerventheilchen in Bewegung zu versetzen vermögen. Dies ist sicherlich bei dem Kochsalz oder Harnstoff der Fall, die ja zuletzt für sich allein zu Tetanus führen. Durch die Stärke des elektrischen Stromes misst man also nicht unter allen Umständen die Erregbarkeit, sondern nur dann, wenn der Strom das einzige Moment ist, welches eine Bewegung der Nerventheilchen hervorbringt. Man hätte erst dargethan, dass die Erregbarkeit unter der Einwirkung des Kochsalzes grösser geworden ist, wenn man zeigen könnte, dass die Summe der Reize des elektrischen Stromes und des Kochsalzes eine kleinere ist, als der Reiz des elektrischen Stromes

bei intaktem Nerven vor der Anwendung des Kochsalzes. Da nun die zur Reizung nöthige Stärke des elektrischen Stromes kleiner wird mit der Entziehung des Wassers vom Nerven, welche für sich schon eine Bewegung der Nerventheilchen hervorbringt, so ist es wahrscheinlicher, dass die Erregbarkeit durch das Kochsalz nicht gesteigert ist, sondern die Entziehung von Wasser nur als Reiz wirkt, so dass dann ein schwächerer elektrischer Strom zur Erregung nöthig ist.

Soll es dereinst gelingen, die bei diesen Reizversuchen auftretenden Erscheinungen der Nerven vollkommen auf ihre Ursachen zurückzuführen, so müssten vorher alle Veränderungen bekannt sein, welche der Nerv durch die Einwirkung jener Lösungen erfährt. Einige interessante hieher gehörige Erscheinungen glaube ich im nächsten Abschnitt mittheilen zu können. Da die osmotischen und ähnliche Vorgänge an den dünnen Nerven des Frosches allzu rasch ablaufen und bei der kleinen Masse sich viel zu wenig ausprägen können um deutliche Resultate zu gewähren, so habe ich wie schon früher zu diesen Versuchen die Cornea von Rind in Verwendung gezogen.

II. Osmose und Quellung an der frischen Hornhaut des Rindes bei Einwirkung von gesättigten Kochsalz- und Harnstofflösungen.

Das Cornealgewebe zeichnet sich bekanntlich aus durch grosse Consistenz. Ausserdem steht dasselbe während des Lebens unter einer geringeren Zufuhr von Ernährungsmaterial als die vom Blut reichlich durchflossenen Gewebe, wonach sich vermuthen lässt, dass auch die Zersetzungsvorgänge nach seiner Entfernung aus dem lebenden Körper in langsamerer Weise verlaufen werden. Diese Eigenschaften lassen die Cornea grösserer Thiere zu osmotischen Versuchen besonders geeignet erscheinen.

In meiner früheren Mittheilung finden sich auf Tab. II S. 387 bereits eine Anzahl hieher gehöriger Resultate, welche über das Verhalten der Cornea in gesättigten Kochsalz- und Harnstofflösungen bis zu einer Einwirkungsdauer von 15 Minuten vollkommen Aufschluss gewähren. Es zeigte sich, dass bis zu dieser Zeit das Gesammtgewicht der eingelegten Hornhäute in beiden Flüssigkeiten

fortwährend abgenommen hatte. Beim Harnstoff war dasselbe nach 15 Minuten auf 78.5 Proc., beim Kochsalz auf 71.4 Proc. des Anfangsgewichtes gesunken. Die entsprechenden Differenzen im Wassergehalte, der sich begreiflicherweise durch die Osmose vermindert und eben jene Gewichtsabnahme herbeigeführt hatte, betrugen in beiden Fällen nach 15 Minuten etwas über 38 %.

Diese Vorgänge, soweit sie sich bis dahin gezeigt hatten, sind also mit Voraussetzung eines osmotischen Austausches zwischen den im Gewebe und ausserhalb desselben befindlichen Flüssigkeiten leicht zu verstehen. Die Frage war aber, wie sich der weitere Verlauf der Erscheinungen gestalten würde, resp. wie das Verhalten des Gewebsstückes zu jener Zeit sein werde, wo die äusseren und inneren Flüssigkeiten sich vollkommen in das Concentrationsgleichgewicht gesetzt hätten, wo demnach das, was wir gewöhnlich mit Osmose bezeichnen, zu Ende sein müsste.

Das Verfahren, um hierüber in's Klare zu kommen, war im Wesentlichen ganz dasselbe wie ich es schon früher beschrieben habe. Zu Beginn des Versuchs wurde an einem ausgeschnittenen Quadranten der Cornea der ursprüngliche Wassergehalt bestimmt, der übrige Theil derselben dann zur Einlage in die Flüssigkeit verwendet. Da derselbe vorher gewogen war, konnte man durch eine neue Trockenbestimmung den veränderten Wassergehalt und zugleich die Zunahme an fixen Bestandtheilen feststellen. Alle Wägungen geschahen zwischen geschlossenen Uhrschalen um Wasserverluste durch Verdunstung zu vermeiden. Die mechanisch anhängende Flüssigkeit wurde durch ungeleimtes Papier entfernt. Der angewendete Harnstoff war aus Hundeharn dargestellt und durch mehrmalige Krystallisation gereinigt. Je zwei correspondirende Versuche in den beiden Lösungen wurden immer zu gleicher Zeit, also bei derselben Temperatur ausgeführt.

Alle Berechnungen geschahen auf 100 Gr. Gewebe und so werden die Rubriken, wenigstens mit Rücksicht auf das was in meiner früheren Mittheilung darüber gesagt wurde, verständlich sein. Um die Uebersicht zu vervollständigen, war es nöthig die drei Versuche von 5 bis 15 Minuten Dauer aus jener früheren Tabelle wieder herzusetzen.

	Versuchs-dauer	Gewicht nach der Einlage, das Anfangsgewicht zu 100	Wassergehalt				Feste Theile			
			vor der Einlage in %	nach der Einlage		Differenz in der Wassermenge von *B* und *D*	vor der Einlage in %	nach der Einlage		Differenz in der Menge der festen Theile von *F* und *H*
				beobachtet in %	gerechnet auf das Endgewicht unter *A*			beobachtet in %	gerechnet auf das Endgewicht unter *A*	
		A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*J*
Gesättigte Harnstofflösung.	5 Min.	86.6	78.2	64.1	55.5	— 22.7	21.8	85.9	31.1	+ 9.8
	10 „	80.9	83.0	63.5	51.8	— 31.7	17.0	36.5	29.6	+ 12.6
	15 „	78.5	82.2	55.8	43.7	— 38.5	17.8	44.2	34.8	+ 17.0
	30 „	92.0	78.8	46.0	42.8	— 36.5	21.2	54.0	49.7	+ 28.5
	1 Std.	95.6	83.6	46.7	44.6	— 39.0	16.4	53.3	51.0	+ 34 6
	6 „	114 4	86.2	48.6	55.6	— 30.6	13.8	51.4	58.8	+ 45.0
	24 „	167.9	83.3	48.5	81.5	— 1.8	16.7	51.5	86.4	+ 69.7
	48 „	227.9	81.7	49.8	108.5	+ 26.8	18.3	50.2	119.4	+ 101.1
Gesättigte Kochsalzlösung	5 Min.	79.4	78.2	65.6	52.1	— 26.1	21.8	34.4	27.3	+ 5.5
	10 „	77.6	83.0	67.4	52.2	— 30.8	17.0	32.6	25.3	+ 8.3
	15 „	71.4	82.2	61.6	43.9	— 38.3	17.8	38.4	27.5	+ 9.7
	30 „	73.0	78.8	53.9	39.3	— 39.5	21.2	46.1	33.7	+ 12.5
	1 Std.	69.3	84.3	58.5	40.5	— 43.8	15.7	41.5	28.8	+ 13.1
	6 „	79.2	86.9	63.7	50.4	— 36.5	13.1	36.3	28.8	+ 15.7
	24 „	100.8	81.9	62.4	62.6	— 19.3	18.1	37.6	37.7	+ 19.6
	48 „	144.4	79.0	65 0	93.9	+ 14.9	21.0	35.0	50.5	+ 29.5

Die Tabelle enthält aufallende Resultate. In ihrer ersten Rubrik unter *A*, welche die Veränderungen des Gesammtgewichts darstellt, findet sich beim Harnstoff schon nach 15 Minuten ein vollständiger Umschlag der Erscheinungen, indem das bisherige Sinken nunmehr einem anfangs langsamen, dann aber immer mehr entschiedenen und bedeutenden Anwachsen des Gesammtgewichts Platz macht. Nach einstündiger Einlage zeigt sich beim Kochsalz ganz dieselbe Erscheinung, die hier etwas langsamer und weniger gewaltsam sich vollzieht.

Zur Veranschaulichung dieser Resultate habe ich für jede Lösung Curven gezeichnet, deren mittlere jedesmal den Gang der Gewichtsveränderung während der ersten 6 Stunden darstellt. Von 0 als Repräsentanten des unveränderten Anfangszustandes ausgehend habe ich die Gewichtsverluste nach abwärts, die Zuwüchse dagegen nach aufwärts als Ordinaten und zwar in Procentzahlen, wie es die Tabelle angibt, aufgetragen.

(Siehe Abbildung auf Tafel I.)

Man überzeugt sich von der Analogie der Erscheinungen für beide Lösungen. Jede der beiden Curven für das Gesammtgewicht (Rubrik *A* der Tabelle) besteht aus zwei Schenkeln, einem absteigenden und einem aufsteigenden. Aber es zeigt sich, dass zwar der Abfall in beiden ungefähr gleichmässig erfolgt, dass dagegen der aufsteigende Theil beim Chlornatrium anfangs unentschieden und dann nur sehr allmählich sich erhebend verläuft.

Um diese Curven zu verstehen, müssen dieselben als Resultirende je zweier anderer Curven aufgefasst werden, welche einerseits die Gewichtszunahme des Gewebes durch Einlagerung fester Theile, anderseits die Gewichtsabnahme durch Wasserverlust ausdrücken. Diese componirenden Curven, welche sich in Fig. I und II eingezeichnet finden, habe ich ganz in derselben Weise wie die erstbesprochenen durch Benützung der Rubriken *J* und *F* der Tabelle erhalten. Es zeigt sich nun sofort, dass die Wasserverlustcurve *F* für beide Fälle einen sehr ähnlichen Verlauf nimmt; die Curve der festen Stoffe *J* steigt beim Kochsalz von 30 Minuten an nur mehr sehr wenig, während der Harnstoff hier ein ganz anderes Verhalten bewirkt.

Demnach ist offenbar die Curve J bei Kochsalz nicht im Stande die Resultirende A von der 30. Minute an erheblich zu beeinflussen; die letztere folgt vielmehr von da an ganz der Wasserverlustcurve F.

Der gesammte Ablauf dieser an den Gewebsstücken wahrgenommenen Veränderungen lässt sich nur durch Annahme zweier verschiedener Vorgänge erklären. Dass der frischen Cornea beim Eintauchen in eine gesättigte Salzlösung Wasser entzogen werde, wussten wir zum voraus. Diese Abnahme des Wassergehalts und damit des Gesammtgewichts hat jedoch nicht sehr lange angedauert; sie hat beim Harnstoff für das Gesammtgewicht nach 15 Minuten, für den Wassergehalt nach 1 Stunde in's Gegentheil umgeschlagen; ebenso beim Kochsalz für das Gesammtgewicht nach 1 Stunde, für den Wassergehalt zwischen 1 und 6 Stunden. Es ist ein neuer Process in den Vordergrund getreten, eine Art Quellung, wenn darunter die Aufnahme von Flüssigkeit durch eine Substanz, wesentlich unabhängig von osmotischen Vorgängen, verstanden werden soll. Eine solche Quellung kann also der Definition nach in — für das Gewebsstück vollständig homogenen — Flüssigkeiten eintreten, d. h. dann, wenn innerhalb und ausserhalb des Gewebsstückes dieselbe Flüssigkeit sich befindet. Und nur dann wäre die Beobachtung einer solchen Quellung rein, weil nur in diesem Falle osmotische Vorgänge vollständig ausgeschlossen wären.

Man könnte allerdings von vorneherein vermuthen, dass bei gleicher Flüssigkeit und ausserhalb eines Gewebsstückes überhaupt keine Bewegung der Flüssigkeit in die Gewebe eintreten werde. Dies ist aber nach den gegenwärtigen Versuchen für ein gewisses Gewebe gleichwohl der Fall, allerdings nicht ohne bestimmte Grenzen. Nach 48 Stunden hatte die Cornea in der Harnstofflösung mehr als das Doppelte ihres ursprünglichen Gewichts erreicht. Wie mich weitere Versuche belehrten, ist damit das Quellungsmaximum beinahe erreicht; viel längere Zeit aber wird hiezu bei Kochsalzlösung erfordert. Doch kommt auch da mit Ende der ersten Woche ein Quellungszustand, welcher hinfort eine weitere Zunahme nicht mehr erkennen lässt.

Dem Gewichte nach erweisen sich die beim Quellungsmaximum eingetretenen Veränderungen folgendermassen:

	Gewicht der Hornhaut nach der Quellung, das Anfangs-Gewicht zu 100	Wassergehalt nach der Quellung in %
Gesättigte Harnstoff-Lösung	242.1	49.9
" Chlornatrium-Lösung	241.5	65.8
" Chlorkalium-Lösung	340.0	69.8

Kochsalz- und Harnstofflösung ergeben also ungefähr dieselbe Gewichtszunahme für das Quellungsmaximum, während das angewendete Kalisalz die beiden bedeutend übertrifft.

Sehr bemerkenswerth ist die grosse Verschiedenheit der Form einer in gesättigter Harnstoff- oder Kochsalzlösung gequollenen Cornea. Während die letztere nach 24 Stunden ungefähr dieselbe Gestalt besitzt wie im frischen Zustande d. h. etwa den Umfang und die Dicke eines Markstückes, findet sich die mit Harnstofflösung durchtränkte jedesmal in der Dickendimension sehr beträchtlich vergrössert und dem entsprechend von der Peripherie her enorm zusammengezogen. Viel deutlicher noch spricht sich diese auffallende Aenderung aus bei solchen Hornhäuten, die mehrere Tage in der gesättigten Harnstofflösung gelegen haben. Das Gewebe ist sehr derb und durchsichtig geblieben, der Dickendurchmesser hat sich von den ursprünglichen 2 Mm. vielleicht auf 10 bis 12 Mm. gehoben, während die Breite von 20 Mm. auf etwa 15 bis 12 Mm. abgenommen hat.

Dieses Verhalten scheint für ein und dasselbe Gewebe bei verschiedenen Flüssigkeiten ganz verschieden zu sein. Wenigstens für gesättigte Chlorkaliumlösung, welche nach den obigen Zahlen die Cornea sehr stark quellen macht, fehlt jene Zusammenziehung von der Peripherie gänzlich. Die Gestaltsveränderung der in Harnstofflösungen gequollenen Hornhäute ist vielleicht eine einfache Folge des geringen procentischen Wassergehaltes von nur 49.9 %, welcher aus der grossen Löslichkeit des Harnstoffs vollkommen erklärlich ist.

Die beiden Vorgänge der Osmose und Quellung scheinen in unseren Fällen auf den ersten Blick zeitlich nach einander zu folgen, einander abzulösen. Wäre dies in der That wahr, so müsste jedenfalls die Osmose solange dauern, als die Lösungen innerhalb und ausserhalb des Gewebes von verschiedener Concentration sind, und erst wenn sich dies ausgeglichen hat, könnte die Quellung eintreten.

Es ist demnach nöthig zur Beurtheilung dieser Verhältnisse die durchschnittliche Concentration der im Gewebe zu verschiedenen Zeiten vorhandenen Lösungen zu kennen, da die äussere als constante bereits bekannt ist. Diese Zahlen gewinnt man durch Berechnung des Wassergehalts (Rubrik *D* der Tabelle) auf die aufgenommene Menge von Harnstoff resp. Kochsalz. Für diese letzteren darf man geradezu die Zahlen unter *J* verwenden, welche die Zunahme an festen Theilen angeben. Eigentlich drücken dieselben einen Rest aus, nämlich den Ueberschuss der betreffenden Einlagerung von festen Stoffen gegenüber der Abgabe des Gewebes an solchen. Allein die letztere Grösse scheint bei der Cornea in diesen Fällen sehr gering zu sein. In den 4 am längsten dauernden Versuchen habe ich zur Vergewisserung hierüber die in's Gewebe eingedrungenen Harnstoff- resp. Kochsalzmengen quantitativ bestimmt, indem ich den Harnstoff durch erwärmten Alkohol, das Kochsalz durch siedendes Wasser aus den zerstückelten Hornhäuten extrahirte, die erstere Lösung nach Liebig's Methode titrirte, in der zweiten das Chlor als Chlorsilber bestimmte. Dabei ergab sich:

	Dauer der Einlage	Eingedrungene feste Stoffe zufolge der Trockenbestimmung	Harnstoff- resp. Kochsalzmenge in der Cornea nach der Analyse
Gesättigte Harnstofflösung	24h	69.7%	69.8%
	48h	101.1%	104.0%
Gesättigte Kochsalzlösung	24h	19.6%	20.0%
	48h	29.5%	29.1%

Erscheint es demnach gerechtfertigt, jene Zahlen unter *J* für die Einlagerung der gelösten Stoffe maassgebend zu betrachten, da sich nur in dem 48 stündigen Versuch mit Harnstoff eine geringe Differenz zeigt, welche von dem Austritt fester Stoffe aus der Cornea herrühren kann, so ist es nun auf dem oben angegebenen Wege möglich, die jedesmalige Concentration der in den Hornhäuten vorhandenen Lösungen zu berechnen. Demnach ergibt sich:

Versuchsdauer	Procentgehalt der in der Cornea enthaltenen Lösung	
	Harnstoff	Kochsalz
5 Min.	16.8	10.6
10 „	24.6	15.9
15 „	38.9	22.1
30 „	67.4	31.8
1 Std.	77.6	32.3
6 „	80.9	31.2
24 „	86.5	31.3
48 „	93.2	31.4

Daraus ist sofort ersichtlich, dass zwar beim Kochsalz schon sehr bald, beim Harnstoff dagegen erst nach längerer Zeit nämlich erst nach etwa 48 Stunden im Innern des Gewebes eine durchschnittlich ebenso concentrirte Flüssigkeit anzutreffen ist als ausserhalb desselben. Denn die angewendete gesättigte Harnstofflösung enthielt 90—100 Theile Harnstoff auf 100 Theile Wasser, die Kochsalzlösung dagegen etwa 31 Theile. Und doch ist gerade bei der Harnstofflösung, wie die Abnahme der Wasserverlustziffer unter *E* beweist, schon zwischen der ersten und sechsten Stunde die Quellung so bedeutend, dass sie die gleichzeitigen osmotischen Vorgänge zu überwiegen vermag. Daraus muss man schliessen, dass beide Vorgänge in unserem Falle gleichzeitige sind. Und da anderseits durch vielfältige Erfahrung bekannt ist, dass gerade in verdünnten Flüssigkeiten oder in Wasser die Gewebe sehr stark zu quellen

pflegen, so darf man bei dem Fehlen aller gegentheiligen Anhaltspunkte folgern, dass die Quellung in den gegenwärtigen Versuchen schon sofort mit dem Eintauchen der Hornhaut in die gesättigte Lösung begonnen hat. Zu dieser Zeit nämlich muss man sich die Flüssigkeiten der Hornhaut in concentrischen Schichten angeordnet denken, deren Concentrationen von der Peripherie nach dem Centrum fortwährend abnehmen. Und es ist nicht einzusehen, warum nicht auch zu dieser Zeit schon das Gewebe in den dargebotenen Flüssigkeiten quellen sollte. Bei der Kochsalzlösung vermochte die Quellung erst zu einer Zeit die Wasserverlustziffer zu überwiegen, wo die Cornea schon eine gesättigte Kochsalzlösung enthielt, nämlich erst um die sechste Stunde. Allein dies wird hier wie beim Harnstoff begreiflich, wenn man bedenkt um wie viel rascher und mächtiger die verdeckenden osmotischen Bewegungen wirkten, welche in beiden Fällen nach 15 Minuten schon über 38 % Flüssigkeit aus dem Gewebe entfernt hatten, während die Quellung da wo sie beinahe allein wirkt, von der 24. bis zur 48. Stunde bei Harnstoff nur 28.6 %, bei Kochsalz nur 34.3 % Flüssigkeit innerhalb einer so langen Zeit in's Gewebe zu schaffen vermochte.

Daraus würde sich als ganz approximative Schätzung ergeben, dass die Wasserbewegung durch die Quellung eine etwa 100 Mal langsamere gewesen sei als durch die Osmose.

Was hier für die Cornea nachgewiesen wurde, die Art und Weise, wie sich dieselbe mit einer fremden Flüssigkeit erst durch rasche Osmose dann durch langsame Quellung in's Gleichgewicht setzt, wird mit gewissen Modifikationen auch bei anderen Geweben anzutreffen sein. Namentlich wäre der Verlauf dieser Vorgänge zu berücksichtigen, wenn es sich um die Wirkungen gesättigter Salzlösungen auf nervöse Gebilde handelt.

Druckfehler im Band XI. 1875.

S. 408 Zeile 3 von unten heisst „lowe."
S. 409 Zeile 10 von oben soll es statt: „verschloss sich dem Einwande" heissen: verschloss sich dem Einwande nicht".
S. 415 Zeile 1 von oben soll es statt: „Gasröhren" heissen: „Glasröhren".

Fig. 1.

Gesättigte Harnstofflö

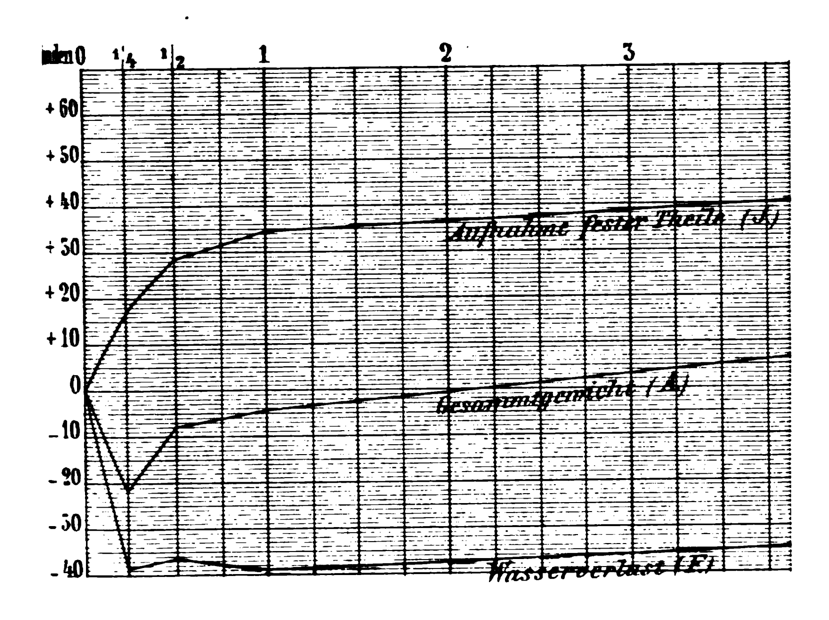
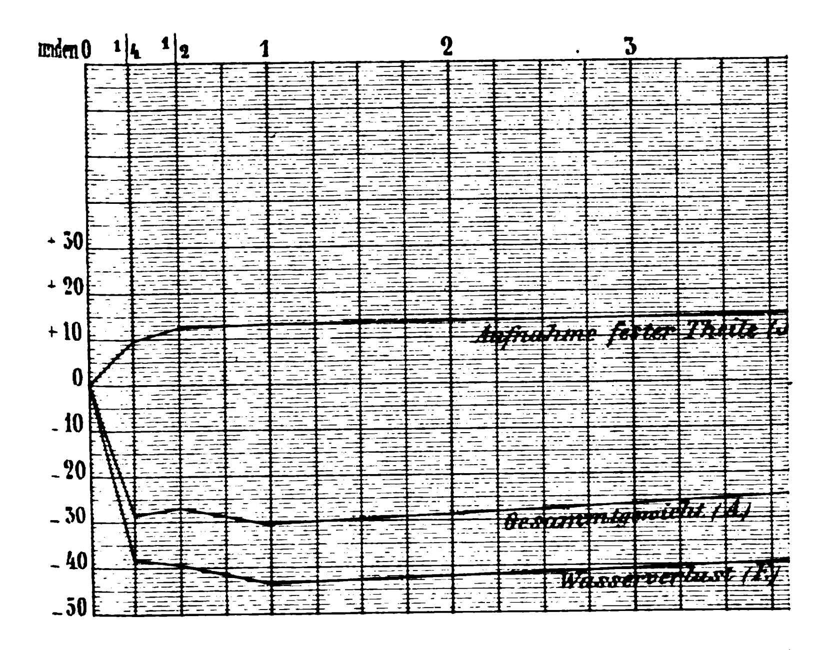


Fig. 2.

Gesättigte Kochsalzlös





Kann man durch Einführung von Milchsäure in den Darm eines Thieres den Knochen anorganische Bestandtheile entziehen?

Von

Dr. Ernst Heiss.

(Aus dem physiologischen Institute zu München.)

Nachdem man wahrgenommen hatte, dass bei gewissen Knochenkrankheiten die Menge der anorganischen Bestandtheile der Knochen abnimmt, hielt man vielfach, indem man den Vorgang von rein chemischem Gesichtspunkte aus betrachtete, die Entziehung der Knochenerde für die Ursache der pathologischen Veränderung des Knochengewebes.

Die einen meinten nun, eine solche Verarmung an Knochenerde und die Erkrankung der Knochen trete durch eine zu geringe Zufuhr von phosphorsaurem Kalk in dem Futter auf, welche Ansicht in einer demnächst folgenden Abhandlung näher besprochen werden soll.

Andere glaubten, dass, da ausserhalb des Körpers verdünnte Säuren die anorganischen Bestandtheile der Knochen lösen, eine Anhäufung von Säuren im Körper zu einer Lösung von Knochenerde führen könne.

Marchand's Untersuchungen [1]) schienen diese Anschauung zu beweisen. Derselbe will nämlich in dem Harne eines rhachitischen Kindes, in dessen Knochen er später eine bedeutende Abnahme der Kalksalze und Zunahme der organischen Substanz darthat, mehr

1) Journ. für prakt. Chem. 1842 Bd. 27 S. 93.

als die fünffache Quantität von phosphorsaurem Kalk wie normal und zugleich bedeutende Mengen von Milchsäure vorgefunden haben. Es soll daher nach ihm das Auftreten eines Ueberschusses von Milchsäure bei der Rhachitis eine Lösung der Knochenerde bedingen, welche letztere dann mit der Milchsäure in den Harn übertritt. Diese übermässige Milchsäurebildung leitete Marchand von einer Gährung der Kohlehydrate im Darme ab, durch krankhafte Zustände der Magenschleimhaut veranlasst, so dass also die Rhachitis eigentlich in erster Linie auf einer Krankheit des Verdauungsapparates beruhen würde.

Es ist bekannt, dass es mit dem Nachweis der Milchsäure im Thierkörper eigenthümlich ging. Nachdem man die Bildung von Milchsäure in saurer Milch constatirt hatte, hielt man jede saure Reaktion thierischer Organe und Flüssigkeiten durch Milchsäure bedingt.

C. Lehmann[1]) war es namentlich, welcher noch spät das Vorkommen von Milchsäure im normalen Harn und in fast allen sauer reagirenden thierischen Flüssigkeiten behauptete, und angab, dass diese Säure in Krankheiten häufig sehr vermehrt sei. Diesen Vorstellungen von der grossen Verbreitung der Milchsäure wurde ein Ende gemacht durch die berühmte Abhandlung Liebig's:[2]) „über die Constitution des Harns der Menschen und der fleischfressenden Thiere“, in welcher er darthat, dass die saure Reaktion des Harns von saurem phosphorsaurem Alkali herrührt und keine Spur Milchsäure daraus darzustellen sei. In einem Falle, wo so viel milchsaures Alkali in den Magen aufgenommen worden war, dass daraus 30 Grm. milchsaures Zinkoxyd hätten dargestellt werden können, war dennoch keine Milchsäure im Harn nachzuweisen, sie war also im Thierkörper zerstört worden.

Etwas anderes ist es aber mit der Meinung, dass bei gewissen Knochenkrankheiten, wie Rhachitis oder Osteomalacie, lokal im erkrankten Knochen Milchsäure gebildet werde und zur Auflösung der

---

1) Journ. für prakt. Chem. 1842 Bd. 25 S. 15, 1842 Bd. 27 S. 264, 270 u. 473. Lehrbuch der physiol. Chem. 1842 Bd. 1 S. 280.

2) Annalen der Chem. u. Pharm. 1844 B. 50 S. 161 u. 1847 Bd. 62 S. 337.

Knochenerde führe. C. Schmidt[1]) fand in den erweichten Knochen der unteren Extremitäten eine saure Flüssigkeit vor, welche mit Zinkoxyd Krystalle wie die des milchsauren Zinkoxyds gab; er meinte die Milchsäure wäre lokal in den Knochen entstanden und habe dann den Kalk gelöst. Otto Weber[2]) will gleichfalls mit Bestimmtheit Milchsäure in dem sauer reagirenden Brei osteomalacischer Knochen nachgewiesen haben. Moers und Muck[3]) beschrieben drei Fälle von Osteomalacie; in einem Falle war im Harne keine Milchsäure und keine Vermehrung des Kalkgehaltes zu konstatiren; in dem zweiten konnte zwar keine grössere Kalkausscheidung im Harn, jedoch wiederholt eine geringe Menge von Milchsäure im Harn und später in den Knochen dargethan werden; in dem dritten Falle fand sich bei normalem Kalkgehalte eine beträchtliche Menge von Milchsäure im Harn.

Dagegen hatte schon Virchow[4]) die in osteomalacischen Knochenhöhlen enthaltene weiche Gallerte stark alkalisch reagirend gefunden. Ebensowenig war Frey[5]) im Stande im Marke der erkrankten Knochen Milchsäure zu entdecken. Zuletzt war auch C. Lehmann von seinen früheren Vorstellungen zurückgekommen, indem er erklärte, man dürfe aus dem Vorkommen von freier Milchsäure im Harn Rhachitischer oder aus der sauren Reaktion osteomalacischer Knochen nicht schliessen, dass eine solche Säure die Knochenerde resorbirt habe, die Säure sei vielmehr wahrscheinlich erst ein sekundäres Produkt der Knochenerkrankung.

Nach Beneke[6]) endlich soll hauptsächlich die Oxalsäure die Lösung und Ausscheidung des phosphorsauren Kalkes bedingen; ihre abnorme Produktion ist daher nach ihm die Ursache einer vermehrten Ausscheidung der Erdphosphate. Es fehlen jedoch genaue Untersuchungen des Harns, die allein eine solche Anschau-

1) Annalen der Chem. u. Pharm. 1847 Bd. 61 S. 329.
2) Archiv für pathol. Anat. 1867 Bd. 38 S. 9.
3) Centralblatt für die medic. Wissensch. 1869 Bd. 7 S. 588 u. deutsches Archiv für klin. Med. 1869 Bd. 5 S. 485.
4) Archiv für pathol. Anat. 1852 Bd. 4 S. 307.
5) Centralblatt für die medic. Wissensch. 1863 Bd. 1 S. 28.
6) Zur Physiologie u. Pathologie des phosphors. u. oxals. Kalkes 1850.

ung begründen könnten. Ausserdem widersprechen Buchheim und Piotrowki, dass die Oxalsäure von Einfluss auf die Ausscheidung des Kalks sei, was auch nach meinen Versuchen sehr unwahrscheinlich ist.

Die Behauptungen, dass Milchsäure oder eine andere Säure durch einfache Lösung von phosphorsaurem Kalk zu Osteomalacie oder Rhachitis Veranlassung geben oder auch dem Körper phosphorsauren Kalk entziehen können, wurden immer spärlicher. Die anatomischen Untersuchungen der erkrankten Knochen hatten zunächst gezeigt, dass es sich dabei vorzüglich um eine Erkrankung der organisirten Grundlage des Knochens handelt und nicht um eine einfache Entziehung der phosphorsauren Salze. Ferner musste man erkennen, dass noch in keinem Falle mit denjenigen Kautelen, welche man nach den jetzigen Erfahrungen bei Untersuchungen der Art anwenden muss, nachgewiesen war, dass bei jenen Knochenkrankheiten im Harn und im Koth mehr phosphorsaure alkalische Erden entfernt werden, als in der Nahrung vorhanden sind oder mehr als bei Gesunden bei der gleichen Nahrung, und dass noch nicht durch genaue Bestimmungen direkt die Beraubung des Kalkes der Knochen durch Zufuhr von Säuren festgestellt war.

Den letztern Nachweis schien nun eine Untersuchung von C. Heitzmann[1]) zu bringen, über welche, soviel ich weiss, nur in einer vorläufigen Mittheilung berichtet worden ist. Heitzmann gibt an, durch subkutane Injektion von Milchsäure oder durch Beimischung dieser Säure zu der Nahrung Knochenkrankheiten bei Thieren erzeugt zu haben. Er suchte die Kalkzufuhr in der Nahrung, welche aus Milch, oder gekochtem Fleisch und Weissbrod, oder gekochten Kartoffeln und Fett bestand, zu beschränken; über die Menge der gereichten Nahrung und der Milchsäure ist nichts angegeben. Als Versuchsthiere dienten 5 Hunde, 7 Katzen, 2 Kaninchen und 1 Eichkätzchen. Die Erfolge waren bei den Fleischfressern und Pflanzenfressern verschieden.

Bei den Fleischfressern will Heitzmann schon in der zweiten Woche der Aufnahme der Säure alle Symptome der Rhachitis mit

1) Wiener medic. Presse 1873 S. 1035, Wiener Anzeiger 1873 S. 113, allgem. Wiener medic. Zeitung 1873 Nr. 45.

Schwellung der Epiphysen und der Ansatzstellen der Rippenknorpel unter Abmagerung und Diarrhöen bemerkt haben. In der fünften Woche der Fütterung hätten jene Schwellungen zugenommen und es seien gleichzeitig Verkrümmungen der Röhrenknochen eingetreten; der mikroskopische Befund der Knochen habe zu dieser Zeit mit dem bei Rhachitis der Kinder übereingestimmt. Auffallender Weise. sollen nun bei längerer Fortsetzung des Milchsäuregebrauchs die Anschwellungen wieder abgenommen haben und die Verkrümmungen wieder rückgängig geworden sein. Dafür aber wären im 4. bis 5. Monate die Knochen, bis zur fischbeinartigen Biegsamkeit, weich geworden, und es hätten dann im Verlaufe von 4—11 Monaten die Knochen das charakteristische Ansehen der osteomalacischen gehabt.

Anders gestalteten sich die Erscheinungen bei den Pflanzenfressern. Von den beiden 5 Monate alten Kaninchen sei das eine nach 3, das andere nach 5 Monaten unter den Symptomen der Inanition zu Grunde gegangen, ohne dass an den Knochen etwas krankhaftes, bis auf eine merklich dünnere Rindenschicht, wahrzunehmen war. Bei dem Eichkätzchen hingegen, welches mit dem Getränke während 13 Monaten die Säure eingenommen hatte, fand sich ausgesprochene Osteomalacie mit weichen und biegsamen Knochen.

Ich will mich in eine nähere Kritik dieser Versuche und Angaben Heitzmann's nicht einlassen. Jedenfalls wäre es im höchsten Grade auffallend und unbegreiflich, wenn beim Fleischfresser durch die Milchsäuregaben anfangs Rhachitis und später durch dieselbe Säure unter Zurücktreten der Rhachitis eine davon ganz verschiedene Knochenkrankheit, die Osteomalacie auftreten, beim Pflanzenfresser dagegen ohne rhachitisches Vorstadium gleich Osteomalacie sich ausbilden sollte. Leider thut keine Analyse der erkrankten Knochen die Abnahme derselben an Mineralbestandtheilen dar.

Da nach anderen im hiesigen physiologischen Institute gemachten Erfahrungen diese Angaben Heitzmann's nicht sehr wahrscheinlich schienen, ihre Richtigkeit aber in mancher Beziehung von Bedeutung für die Erkenntniss der Vorgänge im Thierkörper gewesen wäre, so veranlasste mich Herr Prof. Voit den Versuch der Milchsäurefütterung bei einem Fleischfresser unter allen Vorsichtsmaassregeln und unter sorgfältiger Controle der Kalkausscheidung zu

machen. Wir sahen gleich von Anfang von einer endermatischen Beibringung der Milchsäure ab, da es uns kaum ausführbar schien, eine Reihe von Monaten hindurch grössere Mengen von Milchsäure einem Thiere unter die Haut zu spritzen.

Zu diesem Zwecke wurde ein 1½ jähriges ausgewachsenes Wachtelhündchen weiblichen Geschlechtes von einem anfänglichen Gewichte von 4701 Grm. benützt. Es erhielt täglich eine abgewogene Menge von Muskelfleisch, welches sorgfältigst von Knochen, Fett und Bindegewebe befreit war, dazu eine bestimmte Menge von Fett in der Form von Speck und endlich destillirtes Wasser nach Belieben. Die Milchsäure wurde täglich aus einem grösseren Vorrathe, in dem der Gehalt an reiner Säure durch Titrirung mit einem Barytwasser von bekanntem Gehalte vorher bestimmt war, mit einer Pipette herausgenommen, und mit dem Fleisch und Fett vermengt, welches Gemische der Hund auf zwei Mal im Tag (Vormittags ½10 Uhr und Nachmittags 3 Uhr) trotz des stark sauren Geschmackes gerne verzehrte; nur in der ersten Zeit hatte es einige Schwierigkeiten ihm das Futter beizubringen.

Da es hier nicht darauf ankam, den täglich erzeugten Harn und Koth genau aufzufangen und abzugrenzen, sondern nur darauf, die Gesammtmenge dieser Exkrete während der langen Versuchszeit zur Analyse einiger Aschebestandtheile zu erhalten, so wurde das Thier in einen auf einem Holzgestell ruhenden, umgestürzten Schwefelsäureballon, dessen Boden abgesprengt worden war, gesetzt, so dass Harn und Koth alsbald durch den nach abwärts gerichteten Hals des Ballons in ein untergestelltes Glasgefäss gelangen konnten; die obere weite Oeffnung war durch einen abnehmbaren mit Löchern versehenen Holzdeckel verschlossen. Diesen Käfig verliess das Thier während des langen Zeitraums der Untersuchung nur um gewogen zu werden, was zur Vermeidung jeglichen Verlustes in einem grossen Blechgefässe vorgenommen wurde. Von Zeit zu Zeit wurde der Käfig mit destillirtem Wasser ausgespült; da der Koth nur alle 6—8 Tage entleert wurde und derselbe stets fest und compakt war, so konnte er leicht aus dem Glase genommen und von dem hie und da zugleich vorhandenen Harn durch Abspülen mit destillirtem Wasser getrennt werden.

Ich halte es nicht für nöthig das ziemlich eintönige Versuchsprotokoll, das die täglich gemachten Beobachtungen enthält, ausführlich mitzutheilen; ich hebe nur die hauptsächlichsten Punkte heraus.

Der Hund wurde am 18. Juni 1874 in den Glasballon gebracht, nachdem er vorher Harn und Koth entleert hatte. Er wog damals 4701 Grm. und erhielt anfangs bis Ende Juli 1874 täglich 120 Grm. Fleisch und 15 Grm. Speck; von da an aber, weil das Thier dabei an Gewicht allmählich um 446 Grm. abgenommen hatte, 150 Grm. Fleisch mit 20 Grm. Speck. Darauf hin stieg das Gewicht wieder bis zum November 1874 auf 4561 Grm., von wo an es nach und nach etwas sank. Das Thier wog in Folge davon am Ende des Versuchs (am 25. April 1875), einige Tage bevor es getödtet wurde, 4076 Grm.; da die Muskeln und das Fettpolster sich bei der Sektion gut entwickelt erwiesen, so ist der Gewichtsverlust wohl zum grossen Theile auf die Abgabe von Wasser vom Körper bei der guten Ernährung zu schieben. An den ersten Tagen erhielt der Hund nur wenig Milchsäure (täglich 1—2 Grm. reine Säure), im Juli und August 1874 4—6 Grm. reine Säure, und von da an bis zum Schlusse 7—9 Grm. reine Säure.

Nachdem auf diese Weise die Zugabe von Milchsäure zu dem Futter 308 Tage gewährt hatte, eine Zeit, welche gewiss genügte, um Einwirkungen der Säure auf den Körper hervorzubringen, wurde der Hund am 28. April 1875 Vormittags 10 Uhr durch Verbluten aus der Art. Carotis, in welche eine Kanüle eingeführt worden war, getödtet.

Das Thier hatte nie Krankheitserscheinungen gezeigt; einige Male erbrach es, wenn zu viel oder zu koncentrirte Säure gegeben worden war, etwas von dem gefressenen Fleische, das es aber stets wieder frass, bis auf eine einzige Ausnahme am 28. Oktober 1874, wo von 150 Grm. Fleisch und 20 Grm. Speck nur 43 Grm. Fleisch und 6 Grm. Speck verzehrt wurden. In Folge der eigenthümlichen Gestalt des gläsernen Käfigs, dessen Boden nach unten konisch zulief, war eine schwache Krümmung der hinteren Extremitäten, verbunden mit einer Art Parese zu konstatiren; die vorderen Extremitäten und der übrige Körper zeigten keine Abnormität.

Herr Prof. Bollinger hatte die Güte die Sektion des Thieres mit mir anzustellen. Ich lasse den Sektionsbericht, wie er mir durch denselben zukam, hier wörtlich folgen.

Sektionsbericht.

Diagnose. Geringgradige, fettig körnige Degeneration der Leber, mässige Anhäufung von Gallenpigment in den Leberzellen, körniges und scholliges Blutpigment im Knochenmark. Ausserdem alle Organe normal, besonders die Knochen.

Aeusserer Befund. Kleines ziemlich gut genährtes Thier; nach Entfernung der Haut sieht man das Fettpolster ziemlich gut entwickelt. Muskulatur von gehöriger Beschaffenheit, auch an den hinteren Extremitäten.

Brusthöhle. Mund und Zähne normal, ebenso Rachen, Kehlkopf und Luftröhre. Die Schilddrüse beiderseits nahezu um das Doppelte vergrössert, fast taubeneigross; das Parenchym kolloid entartet, und mit ziemlich zahlreichen Kolloidcysten durchsetzt. Bronchien, Lungen und Herz vollkommen normal.

Bauchhöhle. Leber von gehöriger Grösse und Consistenz; aussen auf der Oberfläche von gelblich brauner Farbe, ihre normale acinöse Zeichnung deutlich erkennbar. Gallenblase stark gefüllt. Milz ebenfalls normal. Nieren von normalem Aussehen, Kapsel leicht abziehbar; auf der Schnittfläche sieht man die innere Zone der Rindensubstanz von einem Kranze trüber weissgelber Strahlen (gerade Harnkanälchen) eingenommen; Harnblase leer und stark contrahirt. Innere Genitalien normal. Im Magen ein Kaffeelöffel voll weisslichen schleimigen Saftes; Schleimhaut desselben blass rosaroth, ohne jede Veränderung. Im Dünndarm eine mässige Menge schleimigen, gallig gefärbten Inhalts; die Schleimhaut normal. Im Dickdarm, dessen Schleimhaut ebenfalls normal, eine ziemliche Menge grauschwarzer halbweicher Kothmassen.

Muskeln, Knochen, Gelenke. Am ganzen Skelette mit blossem Auge keine Veränderung sichtbar, namentlich keine Auftreibung der Gelenkenden, kein rhachitischer Rosenkranz. In den Gelenkhöhlen der hinteren Extremitäten normale Synovia. Bei näherer Untersuchung erweisen sich die Knochen von normaler, fester Consistenz, zeigen nirgends eine Erweichung, Biegsamkeit oder Auftreibung.

Mikroskopischer Befund. Die mikroskopische Untersuchung der parenchymatösen Organe erwies dieselbe als vollkommen normal, so z. B. den Herzmuskel in beiden Ventrikeln. Die Leber zeigte eine geringgradige fettig körnige Degeneration der Zellen, verbunden mit Anhäufung von dunkelgelbem körnigem Gallenpigment. Die Markzone der Rindensubstanz der Niere ebenfalls fettig entartet, intensive Fettdegeneration der Epithelien, entsprechend der oben erwähnten mikroskopischen Veränderung (wie bei der Mehrzahl gesunder Hunde). Die Milz ist normal. Das Knochengewebe (Oberschenkelbein, Rippen) zeigt, entsprechend dem makroskopischen Befunde keine Spur von Veränderung. Der untersuchte Femur war nur unter Anwendung grosser Gewalt zu zerbrechen. Das Knochenmark dunkelroth gefärbt, sehr fettreich, enthält ziemlich viel körniges dunkelgelbes Hämatin und blutkörperchenhaltige Zellen.

Daraus geht hervor, dass der Hund trotz der langen Fütterung mit Milchsäure keine Zeichen von Rhachitis oder Osteomalacie darbot. Schon F. Roloff[1]) hat gegen Heitzmann geltend gemacht, er hätte zeigen müssen, dass ohne den Milchsäurezusatz nicht schon Rhachitis entsteht; Roloff meint ferner, das Futter sei zu kalkarm gewesen und die Thiere seien an Inanition zu Grunde gegangen. Bei Versuchen, welche Roloff mit Milchsäuregaben bei nicht kalkarmem Futter anstellte, sah er ebenfalls nie Störungen und noch weniger Rhachitis auftreten.

Um weiter zu entscheiden, ob die Milchsäure im Stande ist, dem Körper, vor Allem den Knochen, phosphorsauren Kalk zu entziehen, wie vielfach angenommen worden ist, wurden die einzelnen Organe zunächst gewogen, die Muskeln nach Befreiung von dem Fett, die Knochen nach deren möglichster Reinigung.

Das Körpergewicht betrug nach Entleerung des Darms 3800.2 Grm.

Die einzelnen frischen Organe wogen:

	Gewicht in Grm.	Wieviel Procent des Körpergewichts
ganzes Skelett	352.8	9.3
ausgelaufenes Blut	260.2	6.8
Muskeln	1434.6	37.8
Fettgewebe	692.4	18.2
Gehirn und Rückenmark	51.0	1.3
Augen	16.5	0.4
Zunge	26.5	0.7
Kehlkopf und Luftröhre	13.0	0.3
Lungen	52.9	1.4
Herz	33.0	0.9
Magen und Darm	235.5	6.2
Leber	121.7	3.2
Milz	10.8	0.3
Nieren	26.6	0.7
Fett	472.7	12.4
Gesammtkörper	3800.2	100.0

1) Archiv für wissensch. u. prakt. Thierheilkunde 1875 Bd. 1 S. 189.

Es sind dies ganz normale Verhältnisse.

Die einzelnen Theile des Skelettes zeigten folgendes Gewicht:

	Gewicht in Grm.	Wieviel Procent des Skelettgewichts
Schädel (ohne Unterkiefer) . .	67.9	19.2
Unterkiefer	19.0	5.4
Wirbel	72.6	20.6
Brustbein	4.2	1.2
Schulterblätter (mit Schlüsselbein	13.8	3.9
Rippen	33.2	9.4
Becken mit Schwanzwirbeln .	24.3	6.9
Oberschenkelknochen	23.9	6.8
Schienbein	17.7	5.0
Wadenbein	1.6	0.4
Oberarmbein	22.5	6.4
Ellbogenröhren	9.1	2.
Armspindeln	7.7	2.2
Hand- und Fusswurzelknochen	35.3	10.0
Gesammtskelett	352.8	100.0

Hierauf wurden das Blut, die Muskeln und die Knochen auf ihren Gehalt an phosphorsauren alkalischen Erden untersucht.

a) 10cc = 10.6704 Grm. frisches Blut gaben 2.4335 Grm. Trockenrückstand und 0.0940 Grm. Asche.

b) 10cc = 10.6709 „ frisches Blut gaben 2.4334 Grm. Trockenrückstand und 0.0938 Grm. Asche.

a) 18.9100 Grm. trocknes Blut gab 0.1296 Grm. phosphorsaures Eisenoxyd, 0.0072 Grm. kohlensauren Kalk und 0.0163 Grm. phosphors. Magnesia.

b) 15.7215 Grm. trocknes Blut gab 0.1072 Grm. phosphorsaures Eisenoxyd, 0.0055 Grm. kohlensauren Kalk und 0.0122 Grm. phosphors. Magnesia.

Daraus resultirt für 100 Grm. Blut:

	a	b	Mittel
Wasser	77.19	77.20	77.20
feste Theile . . .	22.81	22.80	22.80
Asche	0.881	0.879	0.880
Eisenoxyd . . .	0.082	0.082	0.082
Kalk	0.005	0.004	0.005
Magnesia	0.007	0.006	0.006

Für 100 Grm. Blutasche berechnen sich:

Eisenoxyd . . .	9.34	9.37	9.35
Kalk	0.56	0.49	0.53
Magnesia	0.79	0.71	0.75

Der Gehalt des Blutes an Asche und der Gehalt dieser Asche an Kalk und Magnesia bieten ganz normale Verhältnisse. Verdeil gab einmal für die Asche des Hundeblutes an:

Eisenoxyd	12.75	8.65
Kalk	0.10	0.70
Magnesia	0.67	4.38

a) 56.2 Grm. frischer Muskel gaben 13.24 Grm. Trockenrückstand, 0.0215 Grm. kohlensauren Kalk und 0.0692 Grm. phosphors. Magnesia.
b) 69.1 Grm. frischer Muskel gaben 16.70 Grm. Trockenrückstand, 0.0275 Grm. kohlensauren Kalk und 0.0801 Grm. phosphors. Magnesia.

Darnach sind in 100 Grm. Muskel:

	a	b	Mittel
Wasser	76.45	76.13	76.29
feste Theile . . .	23.55	23.87	23.71
Kalk	0.021	0.022	0.022
Magnesia	0.044	0.042	0.043

In 100 Grm. Muskelasche finden sich (bei 1.3% Asche):

Kalk	1.64	1.71	1.68
Magnesia	3.41	3.21	3.31

In der Asche des Pferdemuskels fand Weber 1.80% Kalk und 3.88% Magnesia; in der Asche des Ochsenmuskels sind nach Stölzel 1.73% Kalk und 3.31% Magnesia. Nach den Zusammenstellungen C. G. Lehmann's enthält das Rindfleisch 0.02—0.03% Kalk und 0.04—0.05% Magnesia, womit meine Angaben für den Hundemuskel ganz übereinstimmen.

Zur Analyse der Knochensubstanz wurde ein Stück des compakten Theils vom Femur sorgfältigst gereinigt, mit einer feinen Feile geraspelt, entfettet und dann bei 100° getrocknet.

a) 0.2770 Grm. trocknes Knochenpulver gaben 0.1873 Grm. Asche, nach der Fällung mit oxalsaurem Ammoniak 0.1773 Grm. kohlensauren Kalk, durch Fällung mit Ammoniak 0.0052 Grm. phosphorsaure Magnesia und

durch Fällung mit schwefelsaurer Magnesia 0.1100 Grm. phosphorsaure Magnesia (für den Rest der Phosphorsäure).

b) 0.655 Grm. trocknes Knochenpulver gaben 0.4429 Grm. Asche, nach der Fällung mit oxalsaurem Ammoniak 0.4179 Grm. kohlensauren Kalk, durch Fällung mit Ammoniak 0.0113 Grm. phosphorsaure Magnesia und durch Fällung mit schwefelsaurer Magnesia 0.2668 Grm. phosphorsaure Magnesia (für den Rest der Phosphorsäure).

Daraus berechnen sich für 100 Grm. trockne Knochen:

	a	b	Mittel
organische Substanz . .	32.38	32.52	32.45
Asche	67.62	67.48	67.55
Kalk	35.81	35.72	35.76
Magnesia	0.65	0.61	0.63
Phosphorsäure . . .	26.83	27.14	26.98

In 100 Grm. Knochenasche sind enthalten:

	a	b	Mittel
Kalk	52.96	52.94	52.95
Magnesia	0.96	0.90	0.93
Phosphorsäure . . .	39.67	40.23	39.95

Vergleicht man damit die Resultate anderer Analysen von Knochen, so ergibt sich für den trockenen Knochen:

	organische Substanz	Asche
Femur vom Menschen (Marchand) . . .	34.26	65.74
Tibia vom Spitzhund (Bibra)	31.38	68.62
Femur einer engl. Dogge (Bibra)	33.48	66.52
Femur vom Menschen (Aeby, Mittel) . .	32.55	67.45
meine Mittelzahlen	32.45	67.55

In 100 Grm. Knochenasche fanden sich:

	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Knochen vom Ochsen (nach Zalesky) [1]	53.36	0.44	39.71
Knochen vom Menschen (nach Zalesky)	52.64	0.48	38.50
meine Mittelzahlen	52.95	0.93	39.95

Da demnach weder in den Knochen, noch im Blute oder im Muskel eine Abnahme des Kalks und der Magnesia zu finden ist,

1) Hoppe-Seyler's med. chem. Untersuchungen Bd. 1 S. 19.

sich vielmehr dieselben in jeder Beziehung ganz normal verhalten, so ist mit aller Sicherheit dargethan, dass trotz der langdauernden Beigabe grosser Mengen von Milchsäure zum Futter den Organen keine alkalischen Erden entzogen werden.

Um hierüber ganz sicher zu sein und noch geringfügige Einwirkungen zu erkennen, wurde die Zufuhr und Abfuhr des Kalks und der Magnesia einer genauen Kontrole unterworfen.

Der sorgfältig gesammelte Harn wurde in grossen Flaschen aufbewahrt. Der während 57 Tagen entleerte Harn wurde frisch zur Untersuchung auf Milchsäure verwendet, aller übrige Harn von 251 Tagen sollte auf seinen Gehalt an Kalk und Magnesia geprüft werden. Der letztere Harn war durch das lange Aufbewahren stark alkalisch geworden und die alkalischen Erden als phosphorsaure Salze ausgefallen. Der ganze Niederschlag wurde abfiltrirt, in Salzsäure aufgelöst, abermals mit Ammoniak ausgefällt, filtrirt, ausgewaschen und noch einmal in Salzsäure gelöst bis zu einem Volum von 1000^{cc}. Daraus entnahm ich nun je 10^{cc} zur Bestimmung der einzelnen Bestandtheile; es befanden sich darin:

	kohlensaurer Kalk	phosphorsaure Magnesia
a)	0.0544	0.2856
b)	0.0543	0.2858
c)	0.0543	0.2855
d)	0.0545	0.2860

Für 1000^{cc}, welche allen Kalk und Magnesia des Harns von 251 Tagen enthalten, ergeben sich daraus im Mittel:

3.04 Grm. Kalk und
10.29 „ Magnesia.

Da der Harn von 57 Tagen nicht zur Bestimmung der alkalischen Erden verwendet worden ist, so muss eine dieser Zeit entsprechende Kalk- und Magnesiamenge hinzugerechnet werden und zwar 0.69 Grm. Kalk und 2.34 Grm. Magnesia, so dass die Gesammtausscheidung des Kalks 3.73 Grm., die der Magnesia 12.63 Grm. betrug.

Die Menge des in 308 Tagen abgesonderten bei 100^0 getrockneten Kothes wog 490.5 Grm. Die Analysen zeigten folgende Werthe:

	trockner Koth	Asche	kohlensaurer Kalk	phosphorsaure Magnesia
a)	3.4225	0.4860	0.1248	0.1373
b)	2.9200	0.4130	0.1057	—
c)	—	0.2124	0.0544	0.0573
d)	—	0.1399	0.0358	0.0390

In 100 Grm. trocknem Koth sind demnach im Mittel:

Asche 14.19%

In 100 Grm. Asche berechnen sich:

Kalk 14.36%
Magnesia . . . . . 9.87 „

In 490.5 Grm. trocknem Koth wurden also ausgeschieden:

Asche . . . . . 69.59 Grm., und darin
Kalk . . . . . . 9.99 „
Magnesia . . . . 6.87 „

Im Harn und Koth befanden sich also:

Kalk . . . . . 13.72 Grm.
Magnesia . . . . 19.50 „

Diese Zahlen müssen nun mit der Kalk- und Magnesiazufuhr verglichen werden. Während der 308 Versuchstage hatte der Hund im Ganzen 44983 Grm. Muskelfleisch (vom Rinde) und 5961 Grm. Speck verzehrt. Nach den Angaben Keller's finden sich in 100 Grm. Asche des Ochsenfleisches 2,26% Kalk und 3.53% Magnesia, also in 100 Grm. frischem Fleisch (bei 1.3% Asche) 0.0294 Grm. Kalk und 0.0046 Grm. Magnesia.

44983 Grm. Muskelfleisch enthalten darnach 13.21 Grm. Kalk und 20.69 Grm. Magnesia.

In 100 Grm. Speck fand ich 0.0093 Grm. Kalk; in 5961 Grm. Speck waren also 0.56 Grm. Kalk enthalten.

In der gesammten Zufuhr wurden daher 13.77 Grm. Kalk und 20.69 Grm. Magnesia dem Thiere beigebracht, während nach den obigen Zusammenstellungen 13.72 Grm. Kalk und 19.50 Grm. Magnesia in den Ausgaben abgeschieden wurden.

Man ersieht daraus zur Genüge, dass ebensoviel Kalk und Magnesia im Harn und Koth ausgeschieden wurden, als in der Nah-

rung enthalten waren, die Milchsäure hatte also sicherlich keinen Kalk und keine Magnesia aus den Knochen oder den übrigen Organen entführt.

Es ist interessant zu sehen, dass die ausgewachsenen Fleischfresser mit einer ausserordentlich geringen Menge von Kalk und Magnesia im Futter ihren Bestand an Kalk und Magnesia erhalten. In dem Fleisch und Speck, welche der Hund täglich verzehrte, nahm er nur 0.0429 Grm. Kalk und 0.0671 Grm. Magnesia auf; dagegen wurden im Tag ausgeschieden: 0.0120 Grm. Kalk (= 27%) und 0.0410 Grm. Magnesia (= 65%) im Harn, und 0.0324 Grm. Kalk (= 73%) und 0.0223 Grm. Magnesia (= 35%) im Koth.

Im ganzen Körper des Thiers befanden sich etwa 126.7 Grm. Kalk und 3.1 Grm. Magnesia; davon fielen 126.2 Grm. Kalk und 2.2 Grm. Magnesia auf die Knochen. Es wurden demnach 0.03% des im Körper vorhandenen Kalks täglich in der Nahrung zugeführt und der Körper auf seinem Kalkbestande erhalten; von der Magnesia wurde täglich ein viel grösserer Bruchtheil in der Nahrung gegeben, nämlich 3% der im Körper befindlichen.

Es frägt sich nun noch, was denn mit der Milchsäure im Körper geschah. Das kleine Thier von 4701 Grm. Gewicht hatte in den 308 Tagen 2286 Grm. reine Milchsäure aufgenommen, im Tag im Mittel 7.4 Grm. Es liegen vier Möglichkeiten vor, entweder wird die Milchsäure ganz unverändert mit dem Harn entfernt, oder sie tritt im Körper in Verbindung mit Basen und wird als milchsaures Salz ausgeschieden, oder sie wird im Körper zerlegt und in der Form von Kohlensäure und Wasser oder von kohlensaurem Alkali abgegeben.

Woehler[1]) konnte bei seinen berühmten Untersuchungen nach Aufnahme organischer Säuren dieselben wieder im Harne von Hunden nachweisen, während die Alkalisalze dieser Säuren den Harn durch Bildung von kohlensaurem Alkali alkalisch machen. Man hat auffallender Weise daraus meistentheils geschlossen, dass die freien Säuren zum grössten Theile unverändert wieder ausgeschieden werden, die Verbindungen derselben mit Basen aber im Körper zu kohlen-

1) Zeitschrift für Physiologie von Tiedemann und Treviranus Bd. 1 S. 125.

sauren Salzen verbrennen. Liebig[1]) erklärte sich die Sache so, dass die freien Alkalien die Verbindung des Sauerstoffs mit vielen organischen Stoffen unterstützen, wesshalb die organisch sauren Alkalien der Verbrennung unterliegen, die freien Säuren jedoch in dem Blute des fleischfressenden Thieres nicht oxydirt werden, wohl aber in dem des Pflanzenfressers. Liebig stellte sich vor, dass die freien Pflanzensäuren das reichlich vorhandene kohlensaure Alkali des Bluts des Pflanzenfressers zerlegen und sich mit dem Alkali verbinden, wesshalb sie dann verbrennen, während sie im Blute des Fleischfressers, welches kein kohlensaures, sondern phosphorsaures Alkali enthält, nicht zerstört werden, und deshalb zum grossen Theil unverändert im Harn erscheinen. Er glaubte nämlich, dass die freien Pflanzensäuren im Blut des Fleischfressers sich ebenfalls mit dem Alkali unter Bildung saurer Salze vereinigen, und dass dabei ein Theil des Blutes durch die Säuren sauer wird, welche dann in der Niere abgegeben werden. Namentlich ist ihm der Uebergang der Gallussäure in den Harn ein Beweis für das theilweise Sauerwerden des Blutes, denn ein freies Alkali und Sauerstoff seien völlig unverträglich mit dem Bestehen der Gallussäure.

Darnach hätte also in dem stets stark sauer reagirenden Harne meines Hundes sich eine Unmasse unveränderter Milchsäure vorfinden müssen. Ich habe nun nach der von Gorup-Besanez angegebenen Methode[2]) den Harn des Hundes einige Male auf Milchsäure untersucht und dazu den gesammten Harn von mehreren Tagen verwendet; ich erhielt auch vier Mal nach dem Behandeln mit Zinkoxyd Krystalle, die aber nicht mit Sicherheit als milchsaures Zinkoxyd zu erkennen waren. Jedenfalls war der weitaus grösste Theil der Milchsäure im Körper zerstört worden; die daraus entstandene Kohlensäure wurde nicht an Alkali gebunden im Harne ausgeschieden, da dieser stets stark sauer reagirte. Es schien dies in direktem Widerspruch zu stehen mit den gewöhnlichen Vorstellungen über das Schicksal der Pflanzensäuren im Körper.

---

1) Chemische Briefe 1851 S. 480.

2) Gorup-Besanez, zoochemische Analyse S. 167.

Nun haben aber schon Piotrowki und Buchheim[1]) in einer hervorragenden Abhandlung gezeigt, dass zwar die Angaben Wöhler's ganz richtig sind, dass aber von der gegebenen Oxalsäure beim Menschen nur etwa 12% im Harn wieder erscheinen, von der Weinsäure nur etwa 2.5%, von der Citronensäure und Aepfelsäure gar nichts mehr im Harne aufzufinden ist. Gaben sie die Alkalisalze der Säuren, so traten ganz ähnliche Mengen wie von den freien Säuren unverändert in den Harn über, vom oxalsauren Natron 15%, vom weinsauren Salz im Mittel 2.6%, von der Citronensäure nichts. Man ersieht daraus, dass die Pflanzensäuren sich im Körper ganz gleich verhalten wie die pflanzensauren Alkalien, ein kleiner Theil beider geht in den Harn unverändert über, der weitaus grösste Theil wird zu Kohlensäure und Wasser verbrannt. Die aus den freien Pflanzensäuren entstandene Kohlensäure wird wie die übrige Kohlensäure mit der Athemluft ausgeschieden; das mit den pflanzensauren Salzen gegebene Alkali ist überschüssig und findet im Körper keine Verwendung und wird daher grösstentheils als kohlensaures Salz im Harn entfernt. Das mit der Pflanzensäure gegebene Alkali hat demnach keinen Einfluss auf die Verbrennung derselben. Die freien Pflanzensäuren verbrennen auch nicht deshalb, weil sie sich mit dem Alkali des Blutes des Fleischfressers verbinden, da in diesem Falle, wenn man nicht ganz besondere weitere Annahmen machen wollte, kohlensaures Alkali im Harne wie bei Einnahme pflanzensaurer Alkalien auftreten müsste, was nicht der Fall ist.

Die Pflanzensäuren verhalten sich im Körper offenbar ebenso, wie es Franz Hofmann[2]) von den Mineralsäuren dargethan hat. Derselbe zeigte, dass bei einer mit Eidotter gefütterten Taube die im Harn befindlichen sauren phosphorsauren Salze dem alkalischen Blute das Alkali nicht entziehen. Es wäre hier allerdings denkbar, dass in der Niere durch eine noch unerklärbare Fähigkeit der Epithelien der Harnkanälchen das entstandene basische Salz wieder in

1) Buchheim, Archiv für physiol. Heilkunde 1857. N. F. Bd. 1 S. 122. — Jos. Piotrowki, de quorundam acidorum organicorum in organismo humano mutationibus; diss. inaug. Dorpat 1856.

2) Diese Zeitschrift 1871 Bd. 7 S. 338.

saures zerlegt wird und das Alkali in das Blut zurückwandert; aber es ist kaum möglich, dass die Pflanzensäuren mit dem Alkali des Blutes sich verbinden und nach der Verbrennung das kohlensaure Alkali in der Niere zerlegt wird und das Alkali wieder in das Blut übergeht, da nach Aufnahme pflanzensaurer Alkalien diese Trennung nicht vorkommt. Hofmann glaubt, dass das saure Salz oder die Säure als solche so rasch durch das alkalische Blut hindurchwandern, dass zu einer Verbindung mit dem Alkali desselben keine Zeit gegeben ist. Er war nämlich durch sehr interessante Versuche im Stande darzuthun, dass eine messbare Zeit vergeht, bis bei Vermischung von Stoffen in verdünnter Lösung die Verbindung eintritt. Es bleibt uns nichts anderes übrig, als in ähnlicher Weise anzunehmen, dass die Pflanzensäuren zum kleinen Theil wie die sauren phosphorsauren Salze rasch, ehe sie sich mit dem Blutalkali verbinden konnten, in der Niere ausgeschieden werden, zum grössten Theile aber zersetzt werden, bevor eine solche Verbindung eintritt.

Man stellt sich häufig vor, der Uebergang einer solchen Säure erfolge aus dem Darmkanale in grösserer Menge. Dies ist aber nicht der Fall; in einem Zeitmoment tritt nur eine geringe Spur über und diese wird dann alsbald im Körper zersetzt oder in der Niere wieder entfernt. Dies ist der grosse Unterschied bei der Aufnahme der Stoffe aus dem Darm gegenüber den direkten Einspritzungen grösserer Mengen derselben in das Blut.

Wenn also auf diese Weise die in das Blut und die Gewebe vom Darm aus übergetretene Säure zum grössten Theile alsbald verbrannt, zum geringen Theile gleich im Harn wieder entfernt wird und nie im Blut oder den Geweben ein sauere Reaktion hervorruft, so ist es unmöglich, wie auch durch meinen Versuch dargethan ist, dass die Säuren den Knochen oder den übrigen Geweben phosphorsauren Kalk entziehen; es ist ferner unmöglich, dass sie dadurch Osteomalacie oder Rhachitis hervorrufen, welche Knochenerkrankungen zudem als Erkrankungen der organisirten Grundlage der Knochen mit der Zufuhr von Kalk gar nichts zu thun haben, sowenig wir besondere pathologische Veränderungen der Gewebe nach zu geringer Zufuhr der übrigen Aschebestandtheile wahrnehmen. Ob die lokale Entstehung von Milchsäure im Knochen selbst zu jenen

Knochenerkrankungen führt, will ich dahingestellt sein lassen, man müsste die erkrankten Knochen noch öfter darauf hin untersuchen; es ist mir nur verdächtig, dass Manche dabei auch Milchsäure im Harn, und zwar ohne Vermehrung des Kalkgehaltes desselben, gefunden haben wollen, während doch nach meinen und anderen Erfahrungen sehr bedeutende Mengen von Milchsäure im Körper zerlegt werden und sich auch nach grossen Gaben von Milchsäure keine im Harn vorfindet.

Histiologische und physiologische Studien.

Von

G. Valentin.

Fünfzehnte Abtheilung.

XXXII. Einige Erfahrungen über die Giftwirkung des nordafrikanischen Skorpiones.

Ein ungefähr drei Zoll langes, bei Oran gefangenes Exemplar des tunisischen Skorpiones (Scorpio occitanus Amor., Sc. tunetanus Redi [1]), Buthus occitanus [2]), von Claus [3]), als Androctonus occitanus Am. angeführt), das mir Herr Professor Aeby zur Benutzung gefälligst überlassen hatte, diente zu diesen Beobachtungen. Das Thier, welches alle mit Wasser begossenen Stellen seines Behälters sorgfältig mied, war stets bereit, einen Gegenstand, der seinen Körper in irgend einer Weise belästigte, mit dem Stachel seines umgebogenen Schwanzes zu entfernen. Das Stechen und in Folge dessen die Giftwirkungen kamen erst in zweiter Linie. Das Thier verwundete um so später, je mehr die täglich vorgenommene Reizung die Kräfte erschöpft hatte. Der Skorpion benahm sich dabei meistentheils feig und zog es in der Regel vor, dem ihm vorgehal-

1) P. A. Latreille, Histoire naturelle générale et particulière des Crustacées et des Insectes. Tome VIII. Paris. An. XII. p. 122—124.

2) A. W. M. van Hasselt, Handbuch der Giftlehre. Uebersetzt von Henkel. Bd. II. Braunschweig 1862. 8°. S. 50—53.

3) C. Claus, Grundzüge der Zoologie. Zweite Auflage. Marburg und Leipzig. 1872. 8°. S. 544.

tenen oder ihn drückenden Thiere oder todten Gegenstande zu entweichen, als von seiner Waffe zur Gegenwehr Gebrauch zu machen.

Einige Vorversuche überzeugten mich, dass kleine oder mittelgrosse Frösche durch einen oder mehrere Stiche getödtet, grosse dagegen nicht selten nur vorübergehend unwohl wurden.

1) Es ereignet sich häufig, dass der rasch und mit verhältnissmässig grosser Gewalt eingedrückte Stachel die Haut des Frosches nicht durchbohrt und daher alle Vergiftungserscheinungen ausbleiben. Ist aber die Stachelspitze durchgedrungen, so machen sich die Einflüsse der unter die Haut gebrachten giftigen Flüssigkeit nach kurzer Zeit geltend. Sie treten noch schneller auf, wenn man z. B. den Frosch, dessen Hüftgeflecht unmittelbar vorher zwischen dem Darmbeine und dem Schwanzbeine durchschnitten worden, so hält, dass der Stachel in die Wunde dringt.

2) Wirkt das Gift rasch und nachdrücklich, so werden meist die kleineren Frösche schon nach der ersten Minute und selbst früher auffallend ruhiger und bewegen sich in der Regel von selbst gar nicht oder langsamer, als gesunde Thiere. Drückt man dann die Zehe eines Hinterbeins zusammen, so springen sie nur in einem kurzen und niedrigen Satze fort. Sie geben nicht selten einen Stimmton von sich. Die Reizempfänglichkeit vergrössert sich später nach und nach. Die Berührung einer beliebigen Hautstelle führt dann zu einem rasch vorübergehenden Starrkrampfe, besonders in den Hinterbeinen. Die Erscheinung wiederholt sich in der Folge schon bei der blossen Erschütterung des Gefässes, in dem sich der Frosch befindet, ja oft selbst wenn man nur in dasselbe hineinschreit. Drückt man um diese Zeit eine Zehe zusammen, so versucht das Thier fortzuspringen, fällt dabei auf den Rücken und ist nicht im Stande, sich umzudrehen. Alle seine grösseren Bewegungen pflegen ungeschickt auszufallen. Dieselben Hautreize werden bisweilen gar nicht beantwortet, sie mögen sich wiederholen oder nicht, und dann wieder auf das Lebhafteste erwiedert, ohne dass sich ein sichtlicher Grund dieser Verschiedenheit angeben liesse. Springt der Frosch, so zeigt sich eine tetanische Streckung der Hinterbeine, die später kürzere oder längere Zeit anhält.

3) Die eigenthümlichste Erscheinung besteht darin, dass ein flimmerndes anhaltendes Zucken einzelner Muskelbündel oder selbst ganzer Muskeln einer jeden kräftigen, willkürlichen oder reflectorischen Bewegung nachfolgt. Es kann so stark werden, dass sich einzelne Zehen oder selbst der ganze Fuss hin und her bewegen. Die Zerstörung des Rückenmarkes vor oder nach dem Skorpionstiche schwächt diese Muskelkrämpfe, hebt sie aber nicht gänzlich auf. Liess ich das losgeschnittene Hinterbein eines kurz vorher getödteten, mittelgrossen Frosches in der oberen Hälfte des Oberschenkels von dem Skorpione stechen, so fanden sich bald darauf lebhafte Flimmerzuckungen zuerst in den Muskeln des Oberschenkels und kurze Zeit darauf in denen des Unterschenkels und des Fusses ein. Einzelne Zehen uud selbst der ganze Fuss bewegten sich einige Male hin und her. Alles aber beruhigte sich wiederum nach zwei bis drei Minuten.

Es kommt vor, dass sich diese fibrillären Zuckungen an einem einzelnen Körpertheile hartnäckig erhalten. Ein kleiner Frosch, der nur ein Mal in der Gegend der hinteren Lymphherzen gestochen worden war, konnte sich noch drei Stunden nach der Vergiftung willkürlich bewegen. Er sprang aber nicht von selbst oder in Folge der Einwirkung eines Hautreizes. Obgleich er über den linken Ober- und den Unterschenkel nach Belieben verfügte, so pflegte doch dieses Bein von den willkürlichen und den Reflexbewegungen ausgeschlossen zu bleiben. Er verharrte in seiner gänzlich oder halb gestreckten Lage, wie ein gelähmtes Glied. Die fibrillären Zuckungen traten Stunden lang. nur in ihm auf. Man konnte sie auch dann noch reflectorisch hervorrufen oder verstärken, wenn man eine Zehe des rechten Hinterbeins drückte.

4) Die Reflexempfänglichkeit schwindet von hinten nach vorn, also zuerst in den Hinter-, dann in den Vorderbeinen, und zuletzt im Auge. Es hat häufig den Anschein, als verliere sich dieselbe gleichzeitig mit dem Vermögen der Willkürbewegungen. Einzelne Fälle zeigen jedoch, dass sich diese etwas länger erhalten können. Blieben nicht bloss mechanische Reize der Haut, sondern auch das Betupfen derselben mit Essigsäure unbeantwortet, so ereignete es sich noch bisweilen, dass der Frosch ein Vorderbein ohne äussere Ver-

anlassung schwach bewegte oder selbst stärkere scheinbar willkürliche Zusammenzuckungen einleitete. Die letzten Spuren der Reflexbewegungen drückten sich durch geringe Regungen in den Zehen oder dem Auge aus.

5) Liegt das Thier wie todt da, so erwiedern im Anfange die Bewegungsnerven mechanische und elektrische Reize mit befriedigender Pünktlichkeit. Schneidet man den Nerven aus, indem man sich z B. ein galvanisches Froschpräparat anfertigt, so verliert sich in der Regel seine Reizempfänglichkeit nach kurzer Zeit gänzlich. Die der Muskeln überdauert immer die der Nerven.

6) Drückt man z. B. den Unterschenkel zu derjenigen Zeit, welche dem Tode des Frosches unmittelbar nachfolgt, kräftig zusammen, so erhält man nicht bloss eine starke Verkürzung des Wadenmuskels und anderer Muskeln, sondern auch eine Reihe flimmernder Nachzuckungen. Der Versuch gelingt in ähnlicher Weise an dem Oberschenkel und an dem Vorderbeine, die Theile mögen von dem Körper des Thieres losgetrennt sein oder nicht.

7) Die Prüfung mit Kettenströmen lehrt, dass das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven, also das blosse Auftreten von Schliessungszuckungen (mit oder ohne Nachzuckungen) bei dem Gebrauch nicht allzu kräftiger Ströme bis zu letzten Empfänglichkeitsspuren verharrt, man mag die Bewegungsnerven oder die Muskelmasse ansprechen. Stärkere Batterien erzeugen ausserdem eine schwächere Oeffnungszuckung. Hat das Rückenmark seine Kräfte noch nicht verloren, so geben häufig aufsteigende Ströme lebhaftere Verkürzungen, als absteigende. Befindet sich der Frosch auf derjenigen Vergiftungsstufe, in welcher die Nachzuckungen als Regel auftreten, so zeigen sich diese als fibrilläre Zusammenziehungen, die Kette möge unmittelbar nach der Schliessung wiederum geöffnet werden oder eine beliebige Zeit geschlossen bleiben.

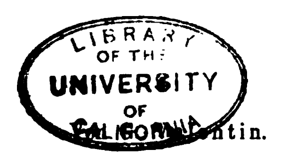
8) Die Schläge des Magnetelektromotors führen im Anfange zu den gewöhnlichen Starrkrämpfen, denen Wechselkrämpfe oder flimmernde Nachzuckungen folgen. Hat dagegen die Reizempfänglichkeit beträchtlich abgenommen, so erzeugen die stärksten Inductionsströme nur eine einmalige schwache Verkürzung einzelner Muskeln oder geringe Wechselkrämpfe.

9) Die flimmernden Nachzuckungen in den Muskeln der Hinterbeine fehlen nicht, wenn man das Rückenmark zwischen dem vierten bis sechsten Wirbel vor der Vergiftung quer durchschnitten oder zerstört hat. Sind sie vorhanden, so werden sie durch diesen Eingriff nicht aufgehoben. Man erhält sie auch, wie schon erwähnt, und zwar oft nach auffallend kurzer Zeit in einem Hinterbeine, das man erst nach der Lostrennung von dem Körper des Frosches hat stechen lassen. Sie sind also von der Anwesenheit des centralen Nervensystemes, der oberen Abschnitte der peripherischen Bewegungsnerven und der Fortdauer des Blutlaufes unabhängig.

10) Die Muskelcurven besitzen die gewöhnlichen Formen. Die flimmernden Nachzuckungen sind in der Regel zu schwach, als dass sie eine Bewegung der Gelenke erzeugen und sich daher auf dem berussten Aufzeichnungscylinder wiedergeben könnten. Ist die Reizempfänglichkeit im Erlöschen begriffen, so werden die Muskelcurven, wie gewöhnlich niedriger und flacher, mithin langgezogener. Der Uebergang von einem Verkürzungszustande zum anderen fordert einen immer grossen Zeitwerth. Die Erschlaffung pflegt dabei nicht wesentlich länger, als die Zusammenziehung anzuhalten.

11) Der Schneidermuskel und der Wadenmuskel liefern so starke Muskelströme unmittelbar nach dem Tode, dass das Bild der zwei Meter entfernten Skale des zur Abblendung der Wirkungen des Erdmagnetismus eingerichteten Sauerwald'schen Spiegelgalvanometers aus dem Gesichtsfelde herausgeht, wenn man nicht jede der beiden Rollen um wenigstens drei bis vier Centimeter nach aussen geschoben hat. Die Zusammenziehung führt zu einer bedeutenden negativen Schwankung. Die spätere kräftige Todtenstarre wird von einer Umkehr der Stromesrichtung begleitet.

12) Die Verkürzung ist oft im Anfange so bedeutend, dass die Hinterbeine, wie durch Starrkrampf gestreckt, steif erscheinen. Lässt man jetzt oder noch auf den letzten Stufen der Reizbarkeit Wechselströme des Magnetelektromotors durch die Muskelmasse gehen, so erhält man nicht selten doppelte Wirkungen d. h. entgegengesetzte Ausschläge, nach dem Wechsel der beiden Poldrähte der Inductionsrolle, selbst wenn die Ströme so schwach sind, dass die Erscheinung nicht von der eigenthümlichen Ablenkung des Magnetelektromotors



herrühren kann. Der Elektrotonus mangelt dann bisweilen in den Muskeln gänzlich.

13) Tödtet man den Frosch zu derjenigen Zeit, zu welcher lebhafte Nachzuckungen jeder Verkürzung folgen, das Thier sich aber noch willkürlich, obgleich ungeschickt bewegen kann, so erzeugt die elektrische Tetanisation der Hüftnerven, die eine kräftige Zusammenziehung des Wadenmuskels zur Folge hat, eine mehr oder minder starke negative Schwankung des richtigen Muskelstromes. Diese fehlt aber oft schon nach kurzer Zeit, so dass die Reizbarkeit sehr rasch abstirbt — eine Erscheinung, die man auch oft an kleinen, lange aufbewahrten, abgemagerten, aber nicht vergifteten Fröschen antrifft.

14) Der Hüftnerv gibt auf der in No. 13 angegebenen Vergiftungsstufe einen richtigen ruhenden Nervenstrom mit gewöhnlicher negativer Schwankung und richtigem Elektrotonus in beiden Phasen. Er erscheint dann auch noch so reizbar, dass die blosse mechanische Erregung mässigen Grades eine lebhafte Muskelzusammenziehung mit Nachzuckungen zur Folge hat. Die Grösse des Ausschlages, den der ruhende Nervenstrom erzeugt, ist dessenungeachtet verhältnissmässig gering. Hat aber der Nerv nur wenige Minuten frei dagelegen, so sind in der Regel die negative Schwankung und der Elektrotonus grösstentheils oder gänzlich geschwunden. Der ruhende Nervenstrom pflegt aber immer noch dieselbe Grösse und Richtung des Ausschlages, die er während der ersten Versuchszeit geliefert hat, darzubieten.

15) Die negative Schwankung schwindet in der Regel etwas früher, als der Elektrotonus. Ich stiess aber auch auf einen Fall, der einen eigenthümlichen Gang der Erscheinungen darbot. Der Hüftnerv eines Frosches, dessen verlängertes Mark durchschnitten worden, als er noch willkürlich springen konnte, der aber schon eine grosse Neigung zu Nachzuckungen verrieth, gab jedes Mal bei wiederholten Prüfungen einen ruhenden richtigen Nervenstrom von nur 15° (gesunde Hüftnerven lieferten bei der gleichen Anordnung ungefähr 60 bis 150°), eine positive Schwankung statt der negativen im Betrage von 7° in Folge sehr starker elektrischen Tetanisation und keine Spur von Elektrotonus bei dem Gebrauche von zwei

mittelgrossen Daniell'schen Elementen. Man erhielt einige Minuten später einen ruhenden Nervenstrom von 15° wie früher, eine negative Schwankung von 2°, eine positive Phase des Elektrotonus von 20° und eine negative von 6°. Hatte der Nerv hierauf eine Viertelstunde lang zwischen den Muskeln des Oberschenkels, dem er entnommen worden, gelegen, so war der Nervenstrom auf 3° gesunken und die negative Schwankung und der Elektrotonus gänzlich geschwunden. Die oben bezeichneten Anomalieen und Schwankungen gingen also dem völligen Tode voran.

Sondert man den Hüftnerven erst eine oder mehrere Stunden nach dem Tode, so stösst man auf einen schwachen ruhenden Nervenstrom. Die negative Schwankung und der Elektrotonus pflegen zu fehlen. Sind sie aber noch in geringem Grade vorhanden, so gehen sie in kurzer Zeit verloren.

16) Die Oberschenkelmuskeln eines Frosches, der während des Zeitraumes der Nachzuckungen durch rasche Quertheilung des verlängerten Markes und Zerstörung des Gehirnes getödtet worden, reagirten so sauer, dass sie eine schwach blaue Cyaninlösung entfärbten. Ein Tropfen kaustischer Ammoniaklösung stellte die frühere Farbe von Neuem her.

17) Die einfachen Muskelmassen des Magens und des Darmes scheinen nichts Ungewöhnliches darzubieten. Ein einziger der vielen Frösche, die ich von dem Skorpion stechen liess, öffnete von Zeit zu Zeit den Mund und kratzte seine Zunge mit den Vorderbeinen ab.

18) Die Pupille behält in der Regel eine mittlere Weite vor und nach dem Tode bei.

19) Die Kehlbewegungen halten sehr lange an, sei es, dass sie ununterbrochen fortdauern oder dass sich lange Ruhepausen einschalten. Die Nasenlöcher und vorzugsweise die Bauchdecken betheiligen sich oft nachdrücklich bei den Athembewegungen. Man sieht dann auch oft flimmernde Nachzuckungen in den Bauchmuskeln. Diese und die Kehlmuskeln antworten häufig reflektorisch in Folge eines auf die Zehen ausgeübten Druckes.

20) Man kann die Herzbewegungen an manchen unverletzten Fröschen, die auf dem Rücken liegen, erkennen. Es hat dann an solchen, die von dem Skorpione gestochen worden, häufig den An-

schein, als wenn sie unregelmässig, doppelschlägig würden oder wellig von der Grundfläche nach der Spitze der Kammer fortschritten, sobald das Thier so weit heruntergekommen ist, dass es sich, auf dem Rücken liegend, nicht mehr oder nur mit Mühe herumdrehen kann.

21) Der Herzschlag dauert eben so lange und meistentheils etwas länger, als die Willkürbewegungen. Steht er still und drückt man dann die Kammer an einer Stelle zusammen, so verkürzen sich zuerst die beiden Vorhöfe und hierauf die Kammer. Es hängt von der Grösse der Reizbarkeit ab, ob noch eine Reihe von Schlägen nachfolgt oder es sein Bewenden bei einer einzigen Verkürzung hat. Das Herz verliert seine Empfänglichkeit kurz darauf so vollständig, dass die Durchleitung der stärksten Schläge des Magnetelektromotors durch die Querfurche vollkommen wirkungslos bleibt.

22) Die hinteren Lymphherzen klopfen zuweilen unregelmässig, wellig oder in zwei, successiv sich verkürzenden Abtheilungen, hin und wieder aber auch vollkommen regelrecht. Sie standen, so viel ich bemerkte, früher, als das Blutgefässherz still, konnten aber dann noch eine Zeit lang durch mechanische Reize zu einer Reihe wiederholter Zusammenziehungen angeregt werden.

23) Grosse und lebhafte Frösche, die ich von dem Skorpione stechen liess, gaben alle Vergiftungszeichen bis zu der Stufe der Nachzuckungen, diese mit eingeschlossen. Die Thiere erholten sich aber wiederum innerhalb eines oder zweier Tage.

24) Hatte ich eine Anzahl von Curaresplittern, also mehr, als zur raschen Lähmung und selbst zur Tödtung nöthig ist, unter die Rückenhaut eines Frosches gebracht und ihn dann von dem Skorpione einige Male stechen lassen, so zeigten sich nur die Erscheinungen der Curarevergiftung. Die stärksten elektrischen Erregungen der Hüftnerven führten zu keiner Zusammenziehung der Muskeln. Diese bewahrten einen hohen Grad von Reizempfänglichkeit lange Zeit nach dem Tode. Sie gaben dann kräftige, richtige Muskelströme. Liess man einen elektrischen Strom durch den obersten Theil des Schneidermuskels gehen, so zeigte der untere Abschnitt eine bedeutende negative Schwankung, selbst wenn man seine Verkürzung nicht unmittelbar erkannte.

War nur eine äusserst geringe Curaremenge unter die Rückenhaut gebracht und der Frosch unmittelbar darauf von dem Skorpione gestochen wurden, so traten im Anfange Nachzuckungen auf. Sie fehlten dagegen in späteren Zeiten.

Ein kleiner Frosch, unter dessen Rückenhaut ich einen eben noch mit freiem Auge sichtbaren Curaresplitter unmittelbar vor dem Skorpionstiche eingeführt hatte, gab nach einiger Zeit schwache, aber jeder Muskelverkürzung ausnahmslos folgende Nachzuckungen der ganzen Muskeln oder einzelner Bündel derselben. Das Thier, welches später für Willkürbewegungen völlig gelähmt war, erwiederte dann den Zehendruck mit sehr schwachen Reflexverkürzungen, die keine Spur von Nachzuckungen darboten. Diese erschienen aber wiederum zwei bis drei Stunden darauf, als sich das Thier zu erholen anfing. Es war am folgenden Tage vollkommen munter. Das Curare hatte sich wahrscheinlich mit dem Harne ausgeschieden. Es musste aber auffallen, dass dieser kleine Frosch trotz des Skorpionstiches am Leben blieb, während er andere, nicht curarisirte Thiere der gleichen Grösse zu Grunde richtete. Sollte die Hemmung der Wirkungen des Skorpiongiftes durch die Curaregabe die Ausscheidung desselben begünstigt haben und dürfte man auf diese Weise sehr kleine Mengen des amerikanischen Pfeilgiftes, die selbst nicht tödten, als ein Gegengift betrachten?

Die eben mitgetheilten Thatsachen scheinen anzudeuten, dass die Ursache des Auftretens der Nachzuckungen, dieses eigenthümlichsten Zeichens der Skorpionvergiftung, nicht in der Muskelmasse selbst, sondern in den Bewegungsnerven liegt. Hiefür spricht auch die Thatsache, dass sich das Muskelflimmern zeigen kann, die Muskeln mögen noch sehr reizempfänglich sein oder nicht. Das Curare lähmt, wie man zu sagen pflegt, die Nervenenden oder, wie man es sicherer ausdrücken sollte, den physiologischen Inductionsvorgang der Muskelverkürzung durch die Nervenerregung. Kommen die Nachzuckungen zu Zeiten vor, in denen noch die frei verlaufenden Abschnitte der Bewegungsnerven des Muskels reizempfänglich sind, so könnten sie dadurch erzeugt werden, dass sich Nachschwingungen im Nerven erzeugen. Hat sich die Leistungsfähigkeit von jenem verloren, so lässt sich die gleiche Erklärungsweise dieser

Nebenerscheinung auf die in der Muskelmasse verlaufenden Bewegungsfasern übertragen. Die hemmende Wirkung des Curare würde immer eine Folge des Einflusses desselben auf die Nervenenden oder die Verkürzungsinduction bilden. Die Nachstösse könnten dann nicht bis zu den Erregungsstellen der Muskelzusammenziehung gelangen. Eine unmittelbare Wirkung des Skorpiongiftes auf die Nervenenden wäre nicht unmöglich. Die bis jetzt bekannten Thatsachen führen aber nicht nothwendiger Weise zu einer solchen Voraussetzung.

Drei Exemplare des europäischen Skorpiones (Scorpio europaeus L., s. flavicaudus Deg.), die mir Herr Professor Oehl in Pavia lebend zuzusenden die Güte hatte, misshandelten sich gegenseitig mit ihren Scheeren und Stacheln, so wie man sie in einem engen Raume zusammengesperrt hatte. Sie waren weit weniger bereit, Frösche zu stechen, als der Skorpion von Oran. Hatten sie aber auch ein Thier der Art verletzt, so wurde dieses nach einiger Zeit ruhiger. Es liess sich widerstandsloser umlegen oder in eine unbequeme Stellung bringen, als ein gesunder Frosch, verrieth aber später keine weiteren Krankheitserscheinungen.

XXXIII. Bemerkung über die gleichzeitige Aufnahme von Kohlensäure und Sauerstoff bei dem Athmen des Frosches im geschlossenen Raume.

Die früheren Untersuchungen, die ich über den Gaswechsel der Thiere in dem geschlossenen Raume anstellte [1]) und die später von Paul Bert [2]) erweitert worden, führten unter Anderem zu zwei Ergebnissen, die man nach den geläufigen Vorstellungen über die Ausscheidung der Kohlensäure nicht erwartet hätte. Man weiss schon aus älteren und neueren Erfahrungen [3]), dass das Blut Kohlen-

---

1) Henle und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. Dritte Reihe. Bd. 10. Leipzig und Heidelberg 1861. 8⁰. S. 33—100.

2) Paul Bert Leçons sur la physiologie comparée de la Respiration. Paris 1870. 8⁰. p. 504—525.

3) Zeitschrift für rationelle Medicin a. a. O. S. 79.

säure aufnimmt und nicht abgiebt, so wie der Kohlensäuregehalt der Einathmungsluft eine gewisse Grenze überschreitet. Diese Erscheinung muss nach dem Dalton'schen Gesetze eintreten, wenn der Partialdruck der Kohlensäure oder die Verhältnissmenge und daher die Spannung derselben in der eingeathmeten Gasmischung grösser, als im Blute ist. Athmet ein Thier in dem geschlossenen Raume, so hängt die Ausscheidung oder die Aufnahme der Kohlensäure von einer stetigen Funktion ab, die positiv bleibt, so lange die Kohlensäurespannung der umgebenden Luft hinter der des Blutes zurücksteht und im entgegengesetzten Falle negativ wird. Man hat also den Durchtritt durch den Nullpunkt oder den Indifferenzpunkt, wo weder Ausscheidung noch Aufnahme von Kohlensäure statt findet, wenn die beiderseitigen Spannungen gleich werden. Es fand sich nun, dass die Säugethiere meist früher starben, als der Indifferenzpunkt erreicht worden, dabei aber die umgebende Luft mit Kohlensäurewerthen, die zwischen 11.0 und 15.8% lagen, schwängerten. Eine Natter dagegen, die schon bei einem Kohlensäuregehalte von 6.72% gestorben war, hatte Tags vorher 6.50% dargeboten. Dieser Unterschied, der noch in den Grenzen der Beobachtungsfehler lag, zeigte, dass man hier den Indifferenzpunkt genau oder annähernd erreicht hatte. Der Kohlensäuregehalt der umgebenden Luft, in welcher das Thier starb, musste dabei auffallend klein erscheinen [1]).

Es kam nur bei zwei Meerschweinchen vor, dass sich 10.6% Kohlensäure nach 45 und 10.2% nach 60 Minuten zeigten. Man hatte also hier zuletzt eine Aufnahme von Kohlensäure, wenn nicht etwa Beobachtungsfehler dem Ganzen zum Grunde lagen [2]).

Aehnliche Versuche, die ich in neuerer Zeit an Fröschen anstellte, führten zu dem Ergebnisse, dass hier bisweilen die Aufnahme von Kohlensäure auf den letzten Stufen der Athemnoth vorkommt, dass aber wiederum Kohlensäure am folgenden Tage austreten kann, wenn die Absorption von Sauerstoff ununterbrochen fortgedauert hat.

---

1) a. a. O. S. 80—82.

2) a. a. O. S. 79.

Der schwache Gaswechsel des Frosches forderte ein anderes Versuchsverfahren, als ich früher befolgt hatte, wenn ich nicht eine grössere Zahl von Thieren einsetzen wollte. Ich zog es vor, immer nur mit einem einzigen Frosche zu arbeiten, um so auch die individuellen Verschiedenheiten kennen zu lernen. Ein Beispiel, wie man auf diese Art die mannigfachsten Versuche über die einzelnen Stufen der nachtheiligen Wirkungen des geschlossenen Raumes drei Wochen lang anstellen kann, möge hier als Paradigma dienen.

Die zu diesem Zwecke gebrauchte Vorrichtung stimmte mit derjenigen, die ich für die eudiometrisch-toxikologischen Versuche benutzt habe [1]). Da hier der ganze Luftraum des Behälters und des bis zum Nullpunkte des Manometers quecksilberfreien Theiles der Druckröhre 301.07^{cc} betrug, der Frosch hiervon zwischen 20 bis 35^{cc} in Anspruch nahm und man 45 bis 90^{cc} Quecksilber bei jeder Ueberfüllung einer Gasprobe in das Eudiometer eingiessen musste, so wurde das schon an und für sich kleine, zur Athmung dienende Luftvolumen von Tag zu Tag immer mehr verringert. Man konnte daher das Thier höchstens vier Tage lang in dem geschlossenen Behälter verweilen lassen. Ich betrachte als gesonderte Versuchsreihe die Summe der Einzelbeobachtungen, nach denen es nothwendig wurde, den Frosch herauszunehmen und wiederum einzusetzen, nachdem man den Behälter und die Druckröhre mit Quecksilber gefüllt und dieses wiederum ausgegossen hatte, um sicher zu sein, dass jener keine Atmosphäre enthalte.

Das Körpergewicht des Frosches, der uns als Paradigma dienen soll, betrug 32.23 Grm. und der Rauminhalt desselben 31.10^{cc}, folglich die Eigenschwere 1.036^{cc}. Befand sich das Quecksilber der Druckröhre auf dem Nullpunkte, so standen 301.07 — 31.10 = 269.97^{cc} Atmosphäre der Lungen- und Hautthätigkeit zu Gebote. Man hatte noch 0.039^{cc} für jeden Millimeter abzuziehen oder hinzuzufügen, je nachdem das Quecksilber in dem mittleren Schenkel der Druckröhre höher oder tiefer stand. Dieser Fall trat immer ein, wenn der Frosch eine Zeit lang im Behälter geblieben war, weil

1) Archiv für experimentelle Pathologie. Von Klebs, Naunyn und Schmiedeberg. Bd. 8. Leipzig 1876. 8⁰. S. 145.

die Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffes fast nie gleich ausfallen und Barometerstand und Wärme im Laufe der Versuchszeit wechseln, das Endvolumen also ein anderes als das Anfangsvolumen ist.

Erste Versuchsreihe. Der Frosch blieb zuerst im Behälter 41½ Stunden. Man goss hierauf 56cc Quecksilber hinein und liess ihn noch 26½ Stunden in der Vorrichtung verweilen. Das Thier athmete zuletzt nicht sichtlich, so lange es sich in dem Behälter befand. Es regte sich dagegen, als es von dem Quecksilberregen bei der zweiten Gasüberfüllung getroffen wurde und machte Kehlbewegungen, so wie man den Deckel des Behälter abgehoben hatte. Herausgenommen konnte es nur kriechen. Doch nahm die Lebhaftigkeit der Bewegungen in kurzer Zeit sichtlich zu.

Zweite Versuchsreihe. Man setzte wiederum den Frosch eine Viertelstunde nach der letzten Umfüllung in neue Atmosphäre und goss 23½ Stunde später 50cc Quecksilber ein, um eine Gasprobe überzufüllen. Dasselbe wurde 24 Stunden darauf mit 60cc Quecksilber wiederholt. Der Frosch, der, wie todt, ohne Athembewegungen da lag, regte sich, so wie ihn der Quecksilberregen getroffen hatte. Man fügte neue 45cc Quecksilber 24½ Stunde später hinzu. Der Frosch bewegte sich von Neuem. Er blieb noch 24½ Stunde in der Vorrichtung, ehe man ihn abermals herausnahm.

Dritte Versuchsreihe. Der Frosch regte sich nicht mehr während des letzten Quecksilberregens, bekam aber die heftigsten Starrkrämpfe in den beiden Hinterbeinen unmittelbar nach dem Herausnehmen. Die Vorderbeine wurden krampfhaft unter den Bauchdecken zusammengeschlagen. Die Krämpfe hörten nach einiger Zeit auf und das Thier lag wie todt da. Stimmtöne kamen bisweilen zum Vorschein, so wie man es berührte. Ein einziger Versuch von Willkürbewegungen, den es machte, erzeugte starke Starrkrämpfe in den Hinterbeinen.

Es blieb zunächst 24 Stunden in dem Behälter, im Anfange von frischer Atmosphäre umgeben, rührte sich dann bisweilen und machte hin und wieder Kehlbewegungen. Hatte man zuletzt 60cc Quecksilber eingegossen, so zeigte sich, dass das Thier immer noch

lebhaft athmete. Man fügte 23 Stunden später 90^{cc} hinzu und liess den Frosch noch 25 Stunden in dem Behälter verweilen, ehe man ihn herausnahm.

Vierte Versuchsreihe. Ich liess das Thier 24 Stunden in dem Behälter mit so viel Quecksilber, dass nur 120^{cc} Luft übrig waren. Der Hahn blieb offen, so dass eine Diffusion mit der umgebenden Atmosphäre eingeleitet wurde. Das dann herausgenommene Thier machte schwache Willkürbewegungen, die aber jetzt von keinen Starrkrämpfen mehr begleitet waren. Wurde es in den mit frischer Atmosphäre gefüllten Behälter eingesetzt, so dauerte es kaum fünf Minuten, dass es sich bewegte und mit der Kehle athmete.

Ich fügte 24 Stunden später 100 und nach wiederum 24 Stunden 50^{cc} Quecksilber hinzu und nahm das Thier aus dem Behälter, nachdem es noch 23$\frac{1}{2}$ Stunden darin verweilt hatte.

Fünfte Versuchsreihe. Um hier den für die reine Atmosphäre bestimmten Raum von vorn herein zu verkleinern, goss ich 90^{cc} Quecksilber vor dem Einsetzen des Frosches hinein. Der am Ende der letzten Versuchsreihe herausgenommene Frosch, der wie todt da lag und fast nie mit der Kehle oder den Bauchmuskeln athmete, machte von Zeit zu Zeit schwache Willkürbewegungen, die aber langsam, gleichsam zähe und starrkrampfartig ausfielen. War er dann 24 Stunden lang in einem Glase bei 0^0 bis $+$ 1$\frac{1}{2}$^{0} C. sich selbst überlassen worden, so hatte er die Beine an den Unterleib gezogen. Es beantwortete nicht den Zehendruck und athmete sehr selten mit der Kehle. Er kam in diesem Zustande in den Behälter, der 90^{cc} Quecksilber enthielt.

Ich goss 24 Stunden später wiederum 90^{cc} und nach abermals 24 Stunden noch 45^{cc} Quecksilber in den Behälter. Der zuletzt herausgenommene Frosch gab kein Lebenszeichen mehr von sich. Die Reizempfänglichkeit für elektrische Ströme war in dem Hüftgeflechte erloschen, in den Muskeln dagegen noch schwach erhalten. Jenes erzeugte nur unbedeutende, diese aber kräftige Verkürzungen, wenn man die starken Schläge des Magnetelektrometers durch ihre Masse leitete. Die Verkürzungen zeichneten sich durch ihre Langsamkeit aus. Das von dunklem Blute ausgedehnte Herz und die Lymphherzen hatten ihre Reizempfänglichkeit gänzlich eingebüsst.

Es ergab sich zunächst:

Versuchsreihe	Versuchsnummer	Dauer des Aufenthaltes im Behälter in Stunden	Luft des Athmungsraumes in Cubikcentimeter im Anfange	Verhältnisswerth des Volumens der Luft des Athmungsraumes, das des Thieres 1	Auf 0° C. zurückgeführter Barometerstand in Millimetern am Anfange	Auf 0° C. zurückgeführter Barometerstand in Millimetern am Ende	Wärme der Behälterluft in Celsiusgraden am Anfange	Wärme der Behälterluft in Celsiusgraden am Ende	Unterschied des Quecksilberstandes in der Druckröhre am Ende in Millimetern
I	1	41½	270.05	8.7	714.28	709.46	6.1	5.3	+17
	2	26½	214.05	6.9	709.46	713.87	5.4	5.2	„ „
II	3	23½	270.11	8.7	713.21	711.72	5.4	4.7	+ 8½
	4	24	220.11	7.1	711.72	707.28	4.7	4.0	„ „
	5	24½	159.38	5.1	707.28	709.69	4.0	4.0	„ „
	6	24½	114.38	3.7	709.69	708.45	4.0	4.0	+11
III	7	24	270.38	8.7	708.45	708.49	4.0	3.3	+12
	8	23	170.38	5.3	708.49	707.90	3.3	3.0	+ 9
	9	25	100.38	3.2	707.90	708.27	3.0	2.5	+ 5
IV	10	24	270.38	8.7	709.60	710.33	2.8	2.0	+ 2
	11	24	170.38	5.3	710.33	708.40	2.0	1.2	+ 8½
	12	24	100.38	3.2	708.40	716.38	1.2	0.2	+ 8
	13	23½	50.38	1.6	716.38	718.14	0.2	0.4	+ 6
V	14	24	180.38	5.8	718.76	718.30	0.2	0.7	+ 3
	15	24	90.38	2.9	718.30	717.28	1.2	1.4	+ 7½
	16	24	45.38	1.5	717.28	719.03	1.4	2.3	+ 5

Liess man die 0.04% Kohlensäure der reinen Atmosphäre als noch innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler liegend unbeachtet und nahm für sie 20.96% Sauerstoff dem Volumen nach an, so gaben die eudiometrischen Analysen:

Versuchsreihe	Versuchsnummer	Dauer des Aufenthaltes im Behälter in Stunden	Verhältnisswerth des Volumens des Luftraumes, das des Thieres = 1	Volumenprocente der ausgeschiedenen Kohlensäure	Volumenprocente des aufgenommenen Sauerstoffes	Volumen des verzehrten Sauerstoffes, des der Kohlensäure = 1
I	1	41½	8.7	4.36	10.74	2.46
	2	26½	6.9	15.99	19.34	1.02
II	3	23½	8.7	8.31	10.56	1.25
	4	24	7.1	11.49	15.04	1.31
	5	24½	5.1	12.96	16.55	1.28
	6	24½	3.7	15.38	19.36	1.26
III	7	24	8.7	5.33	3.52	0.66
	8	23	5.3	7.88	7.84	1.06
	9	25	3.2	10.33	12.85	1.24
IV	10	24	8.7	3.50	1.90	0.54
	11	24	5.3	5.43	6.03	1.11
	12	24	3.2	6.32	9.33	1.48
	13	23½	1.6	3.50	14.28	4.08
V	14	24	5.8	2.35	2.04	0.87
	15	24	2.9	3.58	5.61	1.57
	16	24	1.5	6.95	8.78	1.26

Berechnet man hieraus die Volumen- und die Gewichtswerthe der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffes, die auf ein Kilogramm Thierkörper und eine Stunde Aufenthalt im Behälter kommen, so sind dieses Durchschnittsgrössen für jeden Zeitraum, der zwischen dem Anfange und dem Ende eines Versuches lag. Man muss nach dem Normalvolumen, das am Anfange vorhanden war und der unmittelbar vorhergehenden procentigen

Zusammensetzung der Luft die ursprünglich vorhandene Menge von Kohlensäure und die des fehlenden Sauerstoffes berechnen, dann dasselbe für die Endluft nach der Analyse derselben wiederholen, die Unterschiede der entsprechenden Werthe bestimmen und diese auf ein Kilogramm Körpergewicht und die Stunde zurückführen. Es findet sich dann:

Versuchsreihe	Versuchsnummer	Dauer des Aufenthaltes im Behälter in Stunden	Verhältnisswerth des Volumens des Luftraumes zu dem des Thieres	Normalvolumen (bei 760 Mm. Barometer und 0° C., trocken) der Behälterluft in Cubikcentimeter		Auf ein Kilogramm Thier und eine Stunde Aufenthalt im Behälter kommende Durchschnittsmenge: Volumen in Cubikcentimeter			Auf ein Kilogramm Thier und eine Stunde Aufenthalt im Behälter kommende Durchschnittsmenge: Gewicht in Milligrammen		
				am Anfange	am Ende	ausgeschiedene Kohlensäure	verzehrter Sauerstoff	Sauerstoff, die Kohlensäure = 1	ausgeschiedene Kohlensäure	verzehrter Sauerstoff	Sauerstoff, die Kohlensäure = 1
I	1	41½	8.7	251.59	242.53	7.90	18.38	2.33	15.65	26.33	1.68
	2	26½	6.9	194.08	195.47	26.43	18.97	0.72	52.33	27.18	0.52
II	3	23½	8.7	246.13	243.47	26.71	33.94	1.27	52.90	48.62	0.92
	4	24	7.1	200.82	200.15	17.17	11.49	0.67	34.00	16.46	0.49
	5	24½	5.1	144.56	145.42	2.84	2.94	1.14	5.62	4.21	0.75
	6	24½	3.7	104.36	102.41	2.81	3.24	1.15	5.57	4.63	0.83
III	7	24	8.7	246.47	242.79	16.73	11.05	0.66	33.13	15.83	0.48
	8	23	5.3	191.73	189.82	— 0.19	10.85	„ „	— 0.37	15.33	„ „
	9	25	3.2	110.02	109.52	+ 3.96	6.75	1.71	+ 7.84	9.67	1.23
IV	10	24	8.7	247.90	248.29	11.23	6.09	0.53	22.25	8.72	0.39
	11	24	5.3	156.90	155.09	3.78	8.25	2.19	7.50	11.85	1.58
	12	24	3.2	92.50	92.88	1.10	3.98	3.62	2.18	5.70	2.61
	13	23½	1.6	47.14	46.83	— 1.77	3.02	„ „	— 3.50	4.33	„ „
V	14	24	5.8	168.43	168.12	4.60	4.44	0.96	9.11	6.35	0.70
	15	24	2.9	84.45	83.26	1.28	2.26	1.78	2.54	3.24	1.20
	16	24	1.5	42.31	41.95	1.82	1.69	0.93	3.61	2.43	0.67

Hieraus ergibt sich:

1) Das Dalton'sche Gesetz fordert, dass um so weniger Kohlensäure ausgeschieden werde, je kohlensäurereicher die umgebende Luft ist, so lange die Kohlensäurespannung des Blutes unter der der umgebenden Atmosphäre bleibt. Es waren schon bei den früheren Unter-

suchungen [1]) über das Athmen im geschlossenen Raume einzelne Fälle und zwar auch bei Fröschen vorgekommen, in denen die ausgeschiedene Kohlensäuremenge in einer späteren kohlensäurereicheren Luft grösser ausfiel, als in einer früheren kohlesäureärmern. Der Vergleich von Nr. 1 und 2 der Tabelle ergibt das Gleiche. Ein Kilogramm und eine Stunde gaben nur 7.90^{cc} ausgehauchter Kohlensäure, während der Kohlensäuregehalt der Luft von dem unbedeutenden Werthe, den die reine Atmosphäre darbietet, oder von 0.04% bis zu 4.36% stieg, und 26.43^{cc} oder ungefähr 3½ Mal so viel, als sich der Kohlensäuregehalt der Einathmungsluft von 4.36 auf 15.99% vergrösserte. Der verschwundene Sauerstoff blieb in beiden Fällen ziemlich gleich, nämlich 18.38 und 18.97^{cc}.

2) Liess man den Frosch eine Reihe von Tagen in demselben Behälter und verringerte täglich den zu Gebote stehenden Luftraum durch das Eingiessen von Quecksilber, welches die zur Analyse dienende Luftprobe in das Eudiometer übertrieb, so sank bald der gesammte Gaswechsel bedeutend. Man hatte z. B. für das Kilogramm und die Stunde:

Tage	Gewicht in Milligrammen	
	ausgeschiedene Kohlensäure	verzehrter Sauerstoff
Erster	52.90	48.62
Zweiter . . .	34.00	16.46
Dritter . . .	5.62	4.21
Vierter . . .	5.57	4.63

Die etwas geringen Mengen, die sich schon am ersten Tage zeigten, rührten davon her, dass die Versuche bei 4.0° bis 5.4° C. angestellt wurden und die Frösche, die sich bei dieser niederen Wärme auffallend träge verhielten, auch dann einen schwächeren Gaswechsel darboten.

1) a. a. O. S. 85, 86.

3) Hatte man den Frosch so weit gebracht, dass er nur sehr geringe Kohlensäurewerthe für die Einheiten des Körpergewichtes und der Zeit lieferte, so gab er, selbst in reine Atmosphäre versetzt, eine um so geringere Menge von austretender Kohlensäure und verzehrtem Sauerstoffe, je öfter man seinen Gaswechsel durch den Aufenthalt in kleinen geschlossenen Räumen herabgesetzt hatte. Der Vergleich von Nr. 7, 10 und 14 kann diesen Ausspruch erhärten.

4) Blieb er dann mehr als einen Tag in dem geschlossenen Raume, so sank nicht bloss die ausgehauchte Kohlensäure in auffallender Weise (Nr. 9, 13, 16) und zwar um so mehr, je öfter die gleiche Versuchsart angestellt wurde, sondern es schalteten sich auch Fälle ein, in denen Kohlensäure aufgenommen statt ausgeschieden wurde (Nr. 8 und 13), obgleich der Kohlensäuregehalt der umgebenden Luft zuletzt nur 7.88% und 3.50% betragen hatte. Mochte aber eine geringe Menge von Kohlensäure austreten oder aufgesogen werden, so dauerte immer die Absorption von Sauerstoff und zwar oft in verhältnissmässig bedeutendem Maasse fort. Dieser muss daher keine Verbrennungsprodukte erzeugt haben, in Folge deren Kohlensäure an die umgebende Luft abgegeben wurde. Die gleichzeitige Aufnahme von Kohlensäure und Sauerstoff in einer wenig kohlensäurereichen Luft erscheint nicht selten, so wie man Winterfrösche durch einen längeren Aufenthalt in dem geschlossenen Raume krank gemacht hat und sie dann wiederum eine Zeit lang in dem geschlossenen Raume verweilen lässt. Man kann sogar einen Tag des Aufenthaltes in freier Luft zwischen den beiden Versuchsreihen einschalten, ohne dass desshalb die Kohlensäureaufnahme ausbleibt.

5) Es kommt vor, dass ein solcher heruntergebrachter Frosch zuerst weder Kohlensäure aufnimmt, noch ausscheidet, wenn selbst die umgebende Luft aus reiner Atmosphäre besteht und später die geringe Kohlensäuremenge, welche diese enthält, aufnimmt. Ich will als Beleg dieses Ausspruches der Kürze wegen nur die Endwerthe zweier Versuchsreihen anführen, die bei 2.2° bis 3.5° C. angestellt worden. Der Frosch wog 33.49 Grm. und hatte einen Rauminhalt von 32.35^{cc}. Er gab:

Versuchsreihe	Versuchsnummer	Dauer des Aufenthaltes im Behälter in Stunden	Verhältnisswerth des Volumens des Luftraumes zu dem des Thieres	Normal-Volumen der Behälterluft in Cubikcentim.		Auf das Kilogramm Körpergewicht und die Stunde Aufenthalt kommende Durchschnittsmenge					
						Volumen in Cubikcentimeter			Gewicht in Milligrammen		
				am Anfange	am Ende	Ausgeschiedene Kohlensäure	Verzehrter Sauerstoff	Sauerstoff, die Kohlensäure = 1	Ausgeschiedene Kohlensäure	Verzehrter Sauerstoff	Kohlensäure, der Sauerstoff = 1
I	1	24	3.98	123.27	120.54	4 26	14.07	3.30	8.44	20.15	2.39
I	2	24	2.63	81.25	79.34	0.84	4.52	5.40	1.67	6.48	3.88
II	3	24	2.63	81.73	81.46	0	5.20	. .	0	7.45	. .
II	4	24	1.28	39.37	39.24	— 0.04	2.30	. .	— 0 08	3.29	. .

Die in der vierten Rubrik verzeichneten Verhältnisswerthe des Rauminhaltes der Behälterluft zu dem des Thieres sind nach dem den augenblicklichen Barometerständen und Wärmegraden entsprechenden Volumen der feuchten Behälterluft und nicht nach dem trockenen Normalvolumen berechnet worden. Die eigenthümlichen unter No. 3 und No. 4 verzeichneten Ergebnisse zeigten sich, obgleich sich der Frosch einen Tag im Freien zwischen No. 2 und No. 3 aufgehalten hatte und ganz reine Atmosphäre für No. 3 eingefüllt worden.

6) Der Vergleich von No. 8, 9, 13, 15, 16 der ersten Versuchstabelle lehrt schon, dass ein Frosch, der Kohlensäure aufgenommen, diese in einer späteren Zeit wiederum ausscheiden kann. Es kommt auch bei solchen heruntergebrachten Fröschen vor, dass sie den ersten Tag, nachdem sie in reiner Atmosphäre eingeschlossen worden, weder Kohlensäure ausschieden noch aufnehmen, am zweiten hingegen eine geringe Menge dieses Gases austreten lassen.

7) Ich habe immer die nöthige Menge elektrisch entwickelten Knallgases nach der Kalibehandlung zu der Luft des Eudiometers hinzugesetzt und das Ganze verpufft, um zu sehen, ob eine Luftabnahme stattfände und eine zweite Kalibehandlung, wo möglich, entscheiden liesse, ob Kohlenoxyd, Grubengas oder Wasserstoff vor-

handen sei. Die Probeverpuffung ergab entweder gar keine oder eine nur noch in den Grenzen der möglichen Beobachtungsfehler liegende Verminderung des Normalvolumens des Gases, so dass irgend bedeutende Mengen jener Luftarten keinesfalls vorhanden waren.

8) Die Geneigtheit zu Starrkrämpfen, welche der Frosch der ersten Tabelle darbot, zeigte sich nach einer Versuchsreihe, in welcher die Aufnahme einer kleinen Menge von Kohlensäure und später eine etwas stärkere Ausscheidung desselben aufgetreten war (No. 8 und 9). Nicht unbedeutende Sauerstoffmengen blieben dann im Körper zurück.

Zur quantitativen Analyse des Blutes.

Von

G. Bunge,

Docent der Physiologie an der Universität Dorpat.

Das Problem, die Bestandtheile des Blutes, Körperchen und Zwischenflüssigkeit gesondert zu analysiren oder indirekt ihre Menge und Zusammensetzung zu berechnen, hat noch immer keine befriedigende Lösung gefunden. Aus den neuesten Untersuchungen Al. Schmidt's [1]) geht sogar hervor, dass dieses Problem noch weit verwickelter ist, als man bisher geglaubt hat. Bisher wurde angenommen, das Blut bestehe nur aus zwei Hauptbestandtheilen, den rothen Blutkörpern und dem Plasma; die farblosen Blutkörper glaubte man ihrer geringen Menge wegen vernachlässigen zu dürfen. Nach Schmidt aber ist die Menge dieser Letzteren im lebenden Blute weit grösser als man bisher bei der mikroskopischen Untersuchung des defibrinirten Blutes gefunden hatte. Sie müssen bei der Analyse des Blutes gleichfalls berücksichtigt werden. Wir haben also jetzt bei der Analyse mit 3 unbekannten Grössen zu rechnen statt wie früher mit zweien.

Man hat ferner bisher geglaubt, dass man zu dem der Analyse zugänglichen Serum nur den quantitativ leicht bestimmbaren Faserstoff zu addiren habe, um die Zusammensetzung des Plasma zu erfahren. Jetzt wissen wir, dass die Aufgabe keine so leichte und einfache ist: das Serum ist nicht Plasma minus Faserstoff, sondern

---

1) Al. Schmidt, über die Beziehung der Faserstoffgerinnung zu den körperl. Elementen des Blutes. Thl. II. Pflüger's Archiv 1875 Bd. 11 S. 515.

Plasma minus fibrinogener Substanz plus den Zerfallprodukten der farblosen (hämoglobinfreien) Blutkörper.

Aus den Untersuchungen Al. Schmidt's geht ferner hervor, dass die einzige Methode zur Bestimmung der Menge der Blutkörper und des Plasma, welche nicht auf hypothetischer Grundlage zu ruhen schien, verworfen werden muss: die Methode, aus dem Faserstoffgehalte des Gesammtblutes und des Plasma das Mengenverhältniss der beiden Bestandtheile zu berechnen. Diese Methode wäre nur dann richtig, wenn die farblosen Blutkörperchen, aus deren Zerfall der eine Bestandtheil des Faserstoffes hervorgeht, im Plasma vollkommen gleichmässig vertheilt wären. Dieses ist aber nicht der Fall. Lässt man zur Gewinnung des Plasma die rothen Blutkörper sich senken, so vertheilen sich auch die farblosen ungleichmässig in der Flüssigkeit.

Es scheint mir daher, dass wir bei der Analyse des Blutes zunächst darauf ausgehen müssen, die Menge und Zusammensetzung der rothen Blutkörper festzustellen, desjenigen von den drei Bestandtheilen, welcher allein beim Absterben des Blutes sich erhält und seine chemische Zusammensetzung bewahrt. Erst nach Lösung dieser Aufgabe wird man daran gehen können, eine indirekte Bestimmung der Menge und Zusammensetzung der beiden übrigen Bestandtheile zu versuchen. Zur Lösung dieser ersten Aufgabe glaube ich mich zunächst auf die Untersuchung des defibrinirten Blutes beschränken zu dürfen. Die Analyse des Serum ist dabei von keinem physiologischen Interesse. Das Serum ist ein Produkt der Zersetzung ausserhalb des Organismus. Die Analyse des Serum ist nur Mittel zu dem Zwecke, die Menge und Zusammensetzung der rothen Blutkörper festzustellen. Dieser Zweck wäre erreicht, wenn wir von irgend einem quantitativ genau bestimmbaren Bestandtheil des Serum mit Sicherheit nachweisen könnten, dass derselbe nur im Serum und nicht in den Körperchen vorkommt. Dieses ist bisher von zwei Bestandtheilen vermuthet worden, vom Chlor und vom Natron. Da diese Stoffe sich mit grosser Genauigkeit quantitativ bestimmen lassen, so würde ihre Bestimmung ein sehr bequemes und zuverlässiges Mittel zur Berechnung des Mengenverhältnisses der Blutbestandtheile abgeben. Es erschien mir daher

als ein lohnendes Unternehmen, die Frage nach dem Vorkommen des Natrons und des Chlors in den Blutkörperchen einer eingehenden Prüfung zu unterziehen.

Dass die Blutkörperchen frei von Chlor seien, soll zuerst Berzelius ausgesprochen haben. Zimmermann[1]) hatte sich dieser Annahme angeschlossen und auf Grund derselben eine Reihe von Analysen ausgeführt, kam jedoch durch spätere Versuche zu dem Resultate, dass diese Voraussetzung unrichtig sei, dass die Blutkörper wohl Chlor enthielten. Da indessen die Methode der Chlorbestimmung bei diesen Untersuchungen eine ungenaue war, so glaubte ich das Resultat bezweifeln zu dürfen. Auch waren die Versuche nur an Menschenblut ausgeführt worden.

Dass das Natron in der Zwischenflüssigkeit des Blutes vorherrscht, in den Körperchen dagegen das Kali, ist bekanntlich eine Entdeckung C. Schmidt's[2]). Dass in gewissen Blutarten, insbesondere im Pferdeblute, vielleicht auch im Menschenblute das Natron ausschliesslich im Plasma enthalten, die Körperchen völlig frei davon seien, hat Sacharjin[3]) wahrscheinlich gemacht.

Sacharjin bestimmte in zwei Blutproben von zwei Pferden aus dem Fibringehalte des Gesammtblutes und des Plasma den Gehalt des Blutes an Plasma und an Serum; er berechnete dann aus dem Natrongehalte des Serum die in dem Serum von 1000 Grm. Blut enthaltene Natronmenge und verglich die so erhaltene Zahl mit der durch direkte Bestimmung des Natrongehaltes im Gesammtblute gefundenen. Er erhielt:

in 1000 Th. Blut direkt bestimmt:	für die in 1000 Th. Blut enthaltene Serummenge berechnet:	Differenz:
1) 2.104 Na	1) 1.979 Na	0.125
2) 2.023 Na	2) 2.113 Na	— 0.090

Sacharjin schloss aus diesen Zahlen, dass in den analysirten 2 Blutproben die Körperchen frei von Natrium waren.

Die folgenden Analysen sind von mir ausgeführt.

1) G. Zimmermann, über die Analyse des Blutes. Berlin 1847. Zur Blutanalyse. Archiv für physiol. Heilkunde 1852 Bd. 11 S. 278. Die Methode der Blutanalyse. Hamm 1855.

2) C. Schmidt, Charakteristik der epid. Cholera. Leipzig u. Mitau 1850.

3) G. Sacharjin, zur Blutanalyse. Virchow's Arch. 1861 Bd. 21 S. 337.

I.

Schweineblut.

Beim Schlachten der Schweine sowohl als auch der übrigen Thiere, denen die Blutproben zu den folgenden Analysen entnommen wurden, bin ich selbst zugegen gewesen, um mich davon zu überzeugen, dass das Blut in vollkommen reinen, trockenen Gefässen aufgefangen wurde,

Das Blut von zwei Schweinen wird defibrinirt und gemischt. Die Analyse liefert somit einen Durchschnittswerth. Das defibrinirte Blut wird durch doppelte Leinwand colirt. Die Leinwand war zuvor wiederholt mit destillirtem Wasser ausgewaschen und darauf getrocknet worden. Das colirte Blut wird gut durchgeschüttelt, ein Theil desselben in einer wohlverschlossenen Flasche zur Analyse des Gesammtblutes aufbewahrt, das übrige in die Cylinder der Centrifuge [1]) gebracht. Eine Stunde nach dem Schlachten der Thiere befand sich das Blut bereits auf der Centrifuge. Dieselbe wird durch eine Lehmann'sche Heissluftmaschine in Bewegung gesetzt und macht 1000 bis 1400 Umdrehungen in der Minute. Nach 4stündigem Centrifugiren haben sich die Blutkörper auf $^5/_9$ des Gesammtvolumens gesenkt. Das darüberstehende klare Serum wird abgehoben und in einer wohlverschlossenen Flasche zur Analyse aufbewahrt. In den abgesetzten Blutkörperbrei wird eine am oberen Ende mit dem Finger verschlossene Pipette hinabgesenkt und die unterste, an Serum ärmste Schicht, herausgehoben. Dieser dicke Blutkörperbrei wird gleichfalls in einer wohlverschlossenen Flasche zur Analyse aufbewahrt. Die Analyse ergab:

Serum:

6.3336	Serum gaben	0.5091	Trockensubstanz	= 8.038%	}	8.039% Trockens.
8.8603	„ „	0.7123	„	= 8.039 „	}	
38.339	„ „	0.5608	AgCl	= 0.3616% Cl	}	0.3611% Cl
38.869	„ „	0.5669	„	= 0.3606 „ „	}	

1) Die Centrifuge war im Wesentlichen nach dem Principe construirt, welches v. Babo zur Anwendung in chemischen Laboratorien empfiehlt und so eingerichtet, dass die Cylinder nur während des Centrifugirens sich horizontal stellen, beim Aufhören des Centrifugirens aber von selbst allmälig in die verticale Stellung zurückkehren. L. v. Babo. Ueber die Anwendung der Centrifugalkraft im chemischen Laboratorium. Liebig's Ann. 1852. 82. 301.

43.877 Serum gaben 0.3735 KCl + NaCl,
daraus 0.0627 $KPtCl_3$ = 0.4283% NaO u. 0.0275% KO
42.320 Serum gaben 0.3582 KCl + NaCl,
daraus 0.0596 $KPtCl_3$ = 0.4260% NaO u. 0.0271% KO

Mittel: 0.4272% NaO u. 0.0273% KO

Gesammtblut:

10.8212 Grm. Blut gaben 2.2276 Trockensubstanz = 20.59% } 20.60% Trockens.
4.3520 „ „ „ 0.8966 „ „ = 20.60% }
43.689 „ „ „ 0.4752 AgCl = 0.2689% Cl } 0.2691% Cl.
44.779 „ „ „ 0.4876 AgCl = 0.2692% Cl }
50.212 „ „ „ 0.4318 KCl + NaCl,
daraus 0.6692 $KPtCl_3$ = 0.2403% NaO u. 0.2568% KO
46.596 „ „ „ 0.4021 KCl + NaCl,
daraus 0.6242 $KPtCl_3$ = 0.2409% NaO u. 0.2582% KO

Mittel: 0.2406% NaO u. 0.2575% KO

Blutkörperbrei:

2.4726 Grm. gaben 0.8107 Trockensubstanz = 32.79% } 32.83% Trockens.
4.5445 „ „ 1.4937 „ „ = 32.87% }
42.622 „ „ 0.2889 AgCl = 0.1676% Cl.
39.924 „ „ 0.3558 KCl + NaCl,
daraus 1.0080 $KPtCl_3$ = 0.4866% KO u. 0.0641% NaO
46.962 „ „ 0.4165 KCl + NaCl,
daraus 1.1841 $KPtCl_3$ = 0.4859% KO u. 0.0624% NaO

Mittel: 0.4863% KO u. 0.0633% NaO

Auf folgender Tabelle stelle ich die Ergebnisse der Analyse zusammen:

Trockensubst.		Kali		Natron		Chlor		Natron : Chlor
Serum:								
8.039 % / 8.038 „	8.039 %	0.0275 / 0.0271	0.0273	0.4283 / 0.4260	0.4272	0.3616 / 0.3606	0.3611	1.183
Gesammtblut:								
20.59 % / 20.60 „	20.60 %	0.2568 / 0.2582	0.2575	0.2403 / 0.2409	0.2406	0.2686 / 0.2692	0.2691	0.894
Blutkörperbrei:								
32.79 % / 32.87 „	32.83 %	0.4866 / 0.4859	0.4863	0.0641 / 0.0624	0.0633		0.1676	0.378

Man ersieht aus diesen Zahlen, dass das Verhältniss des Natron zum Chlor im Gesammtblute ein geringeres ist als im Serum, und im Blutkörperbrei geringer als im Gesammtblute, dass also mit der Abnahme des Serums der Natrongehalt rascher abnimmt als der

Chlorgehalt. Es folgt daraus mit Nothwendigkeit, dass die Blutkörperchen Chlor enthalten. Unentschieden bleibt die Frage, ob sie Natron enthalten. Der geringe Natrongehalt des Blutkörperbreies lässt jedoch schon vermuthen, dass die Blutkörper frei von Natron seien. Wenn dieser Brei auch nur zu 1/7 aus Serum besteht, so ist damit der Natrongehalt desselben bereits gedeckt. Unter dem Mikroskope war eine bedeutende Menge Zwischenflüssigkeit zwischen den Körperchen deutlich erkennbar.

Um die Richtigkeit dieser Vermuthung zu prüfen, habe ich die Zahl für den Serumgehalt des Blutes, welche sich aus dem Natrongehalte des Gesammtblutes und des Serums unter der obigen Voraussetzung berechnet, verglichen mit dem Ergebniss derjenigen Methode zur Bestimmung des Serumgehaltes, gegen welche sich die wenigsten Einwände erheben lassen. Ich meine die von Hoppe-Seyler in Vorschlag gebrachte Methode, welche im Wesentlichen darauf beruht, die Blutkörper durch Auswaschen mit Kochsalzlösung vom Serum zu befreien, den Gehalt an Eiweiss und Hämoglobin in den Blutkörpern, im Gesammtblute und im Serum zu bestimmen und daraus die Menge des Serum und der Körperchen zu berechnen. Hypothetisch ist an dieser Methode nur die Annahme, dass beim Auswaschen mit Kochsalzlösung kein Eiweiss in die Flüssigkeit diffundirt. Thatsache ist so viel, dass kein Hämoglobin diffundirt. Dieses würde sich durch seine intensive Färbekraft sofort verrathen. Es wird dadurch sehr wahrscheinlich, dass auch das Eiweiss nicht diffundirt. Da das Hämoglobin, eine Krystalloidsubstanz nicht austritt, so ist das Austreten einer Colloidsubstanz noch weniger zu befürchten.

Die Ausführung dieser Methode hat mit dem Uebelstande zu kämpfen, dass die Blutkörper der meisten Blutarten sich in der Kochsalzlösung sehr langsam senken, so dass leicht Zersetzung derselben eintritt, noch bevor ein mehrmaliges Auswaschen mit Salzlösung zu Stande kommt. Dieses ist wohl auch der Grund, weshalb bisher noch niemals eine Analyse nach dieser Methode ausgeführt, jedenfalls noch nie eine veröffentlicht worden ist.

Mit Hilfe der Centrifuge lässt sich nun aber dieser Uebelstand leicht überwinden. Nach 1 bis 1½ stündigem Centrifugiren

haben sich aus der Mischung des Blutes mit der Kochsalzlösung die Blutkörper fest am Boden des Cylinders abgesetzt und die vollkommen klare Lösung lässt sich ohne den geringsten Verlust an Blutkörpern abheben. Die Menge der nach dem Abheben in dem Cylinder zurückbleibenden Flüssigkeit betrug bei meinen Versuchen ungefähr $\frac{1}{20}$ der ursprünglichen Menge. Wiederholte man also noch einmal die Mischung mit der Salzlösung, das Centrifugiren und das Abheben der Flüssigkeit, so betrug die Menge der übrig gebliebenen Serumbestandtheile nur noch $\frac{1}{400}$, nach dreimaligem Auswaschen nur $\frac{1}{8000}$ der ursprünglichen Menge.. — Die Methode nach der der Eiweiss- und Hämoglobingehalt bestimmt wurde, wird weiter unten ausführlich beschrieben. Bei der Analyse des Schweineblutes nach dieser Methode erhielt ich folgende Werthe:

4.3306 Grm. des Gesammtblutes gaben 0.8194 Eiweiss + Hämoglobin	= 18.92 %	Mittel: 18.90 %
4.7179 Grm. des Gesammtblutes gaben 0.8907 Eiweiss + Hämoglobin	= 18.88 %	
1) 4.8033 Grm. Blut, vom Serum befreit, gaben 0.7226 Eiw. + Hämogl.	= 15.04 %	Mittel: 15.07 %
2) 7.5794 „ „ „ „ „ „ 1.1465 Eiw. + Hämogl.	= 15.13 %	
3) 9.5933 „ „ „ „ „ „ 1.4440 Eiw. + Hämogl.	= 15.05 %	

Die Bestimmung 1 wurde nach dreimaligem Auswaschen der Blutkörper mit Kochsalzlösung ausgeführt. Die beim letzten Male abgehobene Flüssigkeit war vollkommen farblos und klar. Die Bestimmungen 2 und 3 wurden nach 4maligem Auswaschen mit Kochsalzlösung ausgeführt. Die zuletzt abgehobene Flüssigkeit war zwar vollkommen klar, aber schwach röthlich gefärbt. Dass jedoch keine wägbaren Mengen Hämoglobin ausgetreten waren, lehren die obigen Zahlen.

Ich habe mich bei dieser und den folgenden Analysen 4 verschiedener Kochsalzlösungen bedient, welche ich darstellte, indem ich gesättigte Kochsalzlösung mit dem 10fachen, 12fachen, 15fachen und 18fachen Volumen destillirten Wassers mischte. Einen Unterschied in dem Verhalten der Blutkörper gegen diese verschiedenen Lösungen habe ich nicht wahrgenommen.

Das Ergebniss der Eiweissbestimmung im Serum war folgendes:

12.2168 Grm.	Serum gaben	0.8239	Eiweiss	= 6.74%	Mittel: 6 77%
8.7019 „	„ „	0.5905	„	= 6.79 „	

Die Berechnung der Serummenge aus den erhaltenen Mittelwerthen ergibt:

$$\frac{18.90-15.07}{6.77} \cdot 100 = 56.57\% \text{ Serum.}$$

Bei der Bestimmung des Natrongehaltes waren gefunden worden:

im Gesammtblut:		im Serum:	
1) 0.2403	Mittel: 0.2406	1) 0.4283	Mittel: 0.4272.
2) 0.2409		2) 0.4260	

$$\frac{0.2406}{0.4272} \cdot 100 = 56.32\% \text{ Serum.}$$

Die Uebereinstimmung ist so vollständig, als bei den unvermeidlichen Fehlern der Eiweissbestimmungen und bei der Vergrösserung dieser Fehler durch die indirecte Berechnung nur irgend erwartet werden kann.

II.

Pferdeblut.

Das Blut wird in derselben Weise behandelt, wie bei der vorhergehenden Analyse. — Nach 4stündigem Centrifugiren des defibrinirten Blutes hatten sich die Körperchen nur bis auf ²/₃ des Gesammtvolumens gesenkt.

Das Ergebniss der Analyse war folgendes:

Serum:

3.9725	Grm. Serum gaben	0.4106 Trockensubst. = 10.34%		10.34% Trockens.
5.3918	„ „ „	0.5570 „ = 10.33 „		
40.613	„ gaben	0.6180 Ag Cl = 0.3762% Cl		0.3749% Cl.
38.815	„ „	0.5863 „ = 0.3735 „ „		
41.500	„ „	0.3627 KCl + NaCl,		
		daraus 0.0570 $KPtCl_3$ = 0.4412% NaO u. 0.0265% KO		
45.209	„ „	0.3987 KCl + NaCl,		
		daraus 0.0633 $KPtCl_3$ = 0.4449% NaO u. 0.0270% KO		
		Mittel: 0.4431% NaO u. 0.0268% KO		

Gesammtblut:

10.5695 Grm. Blut gaben 2.7080 Trockensubst. = 25.62% } 25.63% Trockens.
6.5981 „ „ „ 1.6915 „ = 25.64 „ }

48.448 „ gaben 0.5495 AgCl = 0.2804% Cl } 0.2781% Cl
36.555 „ „ 0.4076 „ = 0.2757 „ Cl }

50.341 „ „ 0.4137 KCl + NaCl,
daraus 0.7122 $KPtCl_3$ = 0.2069% NaO u. 0.2726% KO

46.581 „ „ 0.3862 KCl + NaCl,
daraus 0.6660 $KPtCl_3$ = 0.2083% NaO u. 0.2755% KO

Mittel: 0.2076% NaO u. 0.2741% KO

Blutkörperbrei:

2.9491 Grm. gaben 1.0449 Trockensubst. = 35.43% } 35.40% Trockensubst.
2.6540 „ „ 0.9385 „ = 35.36 „ }

38.951 „ „ 0.3322 AgCl = 0.2108% Cl

42.369 „ „ 0.3308 KCl + NaCl,
daraus 0.9392 $KPtCl_3$ = 0.0554% NaO u. 0.4272% KO

Auf 100 Gewichtstheile kommen:

Trockens.	Kali	Natron	Chlor	Natron : Chlor
im Serum:				
10.34, 10.33 } 10.34	0.0265, 0.0270 } 0.0268	0.4412, 0.4449 } 0.4431	0.3762, 0.3735 } 0 3749	1.182
im Gesammtblut:				
25.62, 25.64 } 25.63	0.2726, 0.2755 } 0.2741	0.2069, 0.2083 } 0.2076	0.2804, 0.2757 } 0.2781	0.747
im Blutkörperbrei:				
35.43, 35.36 } 35.40	0.4272	0.0554	0.2108	0.263

Aus diesen Zahlen folgt, dass auch das Pferdeblut in den Körperchen Chlor enthält. Dass die Körperchen kein Natron enthalten, wird auch bei dieser Analyse aus dem geringen Natrongehalte des Blutkörperbreies sehr wahrscheinlich. Derselbe ist — trotz des höheren Natrongehaltes im Serum — noch ärmer an Natron, als der aus dem Schweineblute erhaltene Blutkörperbrei, entsprechend dem höheren Gehalte an Trockensubstanz. Es war bei dieser Analyse aus den Cylindern der Centrifuge nur eine geringe Menge der untersten, serumärmsten Schicht des Blutkörperbreies herausgehoben worden. — Zur Bestimmung des Serumgehaltes nach Hoppe-Seyler's Methode wurden folgende Werthe gefunden:

8.4115 Grm. Blut gaben 2.0154 Eiw. + Hämogl. = 23.96%
5.3392 „ „ „ 1.2807 „ + „ = 23.99 „ } 23.98%

1) 8.2923 Grm. Blut, vom Serum befreit, gaben 1.6663 Eiw. + Häm. = 20.10%
2) 12.4525 „ „ „ „ „ „ 2.4891 Eiw. + Häm. = 19.99%
3) 10.0110 „ „ „ „ „ „ 1.9962 Eiw. + Häm. = 19.94% } 20.01%

Es scheint, dass die Körperchen des Pferdeblutes leichter als die anderer Blutarten Hämoglobin abgeben. Die Flüssigkeit über den Körperchen der Probe 2 und 3 war schon nach zweimaligem Auswaschen mit Kochsalzlösung schwach röthlich gefärbt. Ein weiteres Auswaschen der drei Proben wurde daher unterlassen. Die von der Probe 1 nach zweimaligem Auswaschen mit Kochsalzlösung abgehobene Flüssigkeit war nur schwach gelblich gefärbt. Dieser gelbe Farbstoff stammt aus dem Serum.[1])

Das Ergebniss der Eiweissbestimmung im Serum war folgendes:

11.4813 Serum gaben 0.9838 Eiw. = 8.57%
8.8945 „ „ 0.7564 „ = 8.50 „ } 8.54%

$$\frac{23.98 - 20.01}{8.54} \cdot 100 = 46.49\% \text{ Serum.}$$

Die Natronbestimmungen hatten ergeben:

im Gesammtblut:		im Serum:	
1) 0.2069% NaO	0.2076%	1) 0.4412%	0.4431% NaO
2) 0.2083 „ „		2) 0.4449 „	

$$\frac{0.2076}{0.4431} \cdot 100 = 46.85\% \text{ im Serum.}$$

Diese Uebereinstimmung kann nicht zufällig sein. Es erscheint mir nicht zu gewagt, wenn ich daraus den Schluss ziehe, dass 1) das analysirte Blut der Schweine und des Pferdes in den Körperchen kein Natron enthielt, und dass 2) Hoppe-Seyler's Methode zur Bestimmung des Mengenverhältnisses von Körperchen und Serum richtige Werthe liefert.

1) Das durch Centrifugiren gewonnene Serum erschien in dicken Schichten rothbraun, in dünnen gelb gefärbt. Beim Fällen der Albuminate mit Alkohol ging der Farbstoff in die alkoholische Lösung über und färbte dieselbe rein gelb. Der auf dem Filter ausgewaschene Eiweissniederschlag war schneeweiss.

Eine Bestätigung dieser Resultate durch weitere Analysen erscheint allerdings wünschenswerth. Die Ausführung derselben muss einer gelegeneren Zeit vorbehalten bleiben.

Vorläufig wäre es übereilt, wenn wir aus den vorliegenden Analysen den Schluss ziehen wollten, dass das Blut aller Pferde und Schweine in den Körperchen kein Natron enthalte. Es bleibt die Möglichkeit offen, dass durch den Alkaligehalt der Nahrung und durch andere Einflüsse die Menge und Vertheilung der beiden Alkalien im Blute sich ändert. Im Blute anderer Thierarten ist jedenfalls die Vertheilung der Alkalien auf die Körperchen und die Zwischenflüssigkeit eine ganz andere. Dieses geht schon aus den Analysen C. Schmidt's[1]) hervor und wird durch die folgenden Analysen bestätigt.

Der Gedanke, in allen Blutarten aus dem Natrongehalte die Menge der Körperchen und der Zwischenflüssigkeit zu berechnen, muss aufgegeben werden. Diese bequeme und dabei sehr genaue Methode ist aber in sofern von grossem Werthe, als sie dazu dienen kann, an gewissen Blutarten die Zuverlässigkeit anderer Methoden zu prüfen, welche auf alle Blutarten anwendbar sind.

III.

Rinderblut.

Nach 4stündigem Centrifugiren haben sich die Blutkörper auf 5/9 des Gesammtvolumens gesenkt.

Serum:

7.3625	Grm.	gaben	0.6380 Trockensubst. = 8.665 %	8.674 % Trockensubst.
9.0201	„	„	0.7832 „ = 8.683 „	
37.899	„	„	0.5702 AgCl = 0.3720 % Cl	0.3717 % Cl
42.584	„	„	0.6395 „ = 0.3713 „ Cl	
43.785	„	„	0.3763 KCl + NaCl, daraus 0.0573 $KPtCl_3$ = 0.0252 % KO u. 0.4345 % NaO	
46.296	„	„	0.3990 KCl + NaCl, daraus 0.0612 $KPtCl_3$ = 0.0255 % KO u. 0.4356 % NaO	
			Mittel: 0.0254 % KO u. 0.4351 % NaO	

1) C. Schmidt. Charakteristik d. epid. Cholera etc. Leipzig und Mitau 1850. p. 14.

Gesammtblut:

5.8227 Grm. gaben 1.0852 Trockensubstanz = 18.64% } 18.66% Trockens.
3.3542 „ „ 0.6267 „ „ = 18.68 „ }

45.038 „ „ 0.5561 AgCl = 0.3052% Cl } 0.3053% Cl.
43.679 „ „ 0.5895 „ = 0.3054 „ „ }

55.540 „ „ 0.4170 KCl + NaCl,
daraus 0.1194 $KPtCl_3$ = 0.0414% KO u. 0.3633% NaO

54.227 „ „ 0.4060 KCl + NaCl,
daraus 0.1148 $KPtCl_3$ = 0.0408% KO u. 0.3628% NaO

Mittel: 0.0411% KO u. 0.3631% NaO

Blutkörperbrei:

2.2338 Grm. gaben 0.6262 Trockensubstanz = 28.03% } 28.02 Trockensubs.
4.9406 „ „ 1.3833 „ „ = 28.00 „ }

46.561 „ „ 0.4618 AgCl = 0.2452% Cl } 0.2459% Cl
40.408 „ „ 0.4028 „ = 0.2465 „ „ }

56.039 „ „ 0.3604 KCl + NaCl,
daraus 0.1502 $KPtCl_3$ = 0.0517% KO u. 0.2976% NaO

48.609 „ „ 0.3131 KCl + NaCl,
daraus 0.1298 $KPtCl_3$ = 0.0515% KO u. 0.2983% NaO

Mittel: 0.0516% KO u. 0.2980% NaO

Auf 100 Gewichtstheile kommen:

Trockensubst.		Kali		Natron		Chlor		Natron : Chlor
				im Serum:				
8.67 / 8.68	8.67	0.0252 / 0.0255	0.0254	0.4345 / 0.4356	0.4351	0.3720 / 0.3713	0.3717.	1.17
				im Gesammtblut:				
18.64 / 18.68	18.66	0.0414 / 0.0408	0.0411	0.3633 / 0.3628	0.3631	0.3052 / 0.3054	0.3053	1.19
				im Blutkörperbrei:				
28.03 / 28.00	28.02	0.0517 / 0.0515	0.0516	0.2976 / 0.2983	0.2980	0.2452 / 0.2465	0.2459	1.21

Man ersieht aus diesen Zahlen, dass im Serum des Rinderblutes das Verhältniss des Natron zum Chlor ein geringeres ist als im Gesammtblute und im Gesammtblute ein geringeres als im Blutkörperbrei, dass also mit der Abnahme des Serumgehaltes das Verhältniss des Natron zum Chlor sich im entgegengesetzten Sinne ändert wie im Pferde- und Schweineblute. Es folgt daraus mit Nothwendigkeit, d a s s d i e K ö r p e r c h e n i m R i n d e r b l u t e

Natron enthalten. Die Frage, ob sie Chlor enthalten, wird durch die Analyse nach Hoppe-Seyler's Methode entschieden:

7.6661 Grm. Blut gaben	1.3274 Eiw. + Hämogl.	= 17.32 %		17.30 %
2.7160 „ „ „	0.4700 „ + „	= 17.30 „		
2.1113 „ „ „	0.3647 „ + „	= 17.27 „		

5.2104 Grm. Blut, v. Serum bef., gaben	0.6445 Eiw. + Hämogl.	= 12.37 %	12.31 %
7.4300 „ „ „ „ „ „	0.9149 „ + „	= 12.31 „	
10.7470 „ „ „ „ „ „	1.3180 „ + „	= 12.26 „	

Alle drei Proben waren 2mal mit Kochsalzlösung ausgewaschen worden. Die beim zweiten Male abgehobene Flüssigkeit war vollkommen klar und nur schwach gelblich gefärbt, enthielt also kein Hämoglobin.

4.8145 Grm. Serum gaben	0.3539 Eiw.	= 7.351 %	7.324 %
6.9117 „ „ „	0.5030 „	= 7.278 „	
9.4615 „ „ „	0.6948 „	= 7.343 „	

$$\frac{17.30 - 12.31}{7.324} \cdot 100 = 68.13\,\%\ \text{Serum.}$$

Die Chlorbestimmungen hatten ergeben:

im Gesammtblut:		im Serum:	
1) 0.3052 % Cl	0.3053 % Cl	1) 0.3720	0.3717 % Cl.
2) 0.3054 „ „		2) 0.3713	

$$\frac{0.3053}{0.3717} \cdot 100 = 82.14\,\%\ \text{Serum.}$$

Da die möglichen Fehlerquellen der Hoppe-Seyler'schen Methode nur der Art sind, dass sie zu hohe Werthe für den Serumgehalt ergeben können, die Berechnung aus den Chlorbestimmungen aber einen noch höheren Serumgehalt ergiebt, so folgt daraus, dass ein Theil des Chlors den Blutkörpern angehört.

IV.

Hundeblut.

Das Blut wird aus der Carotis eines grossen Hundes aufgefangen. Nach 4stündigem Centrifugiren des defibrinirten Blutes haben sich die Körperchen auf ²/₃ des Gesammtvolumens gesenkt.

Serum:

3.9105 Grm. gaben	0.2895 Trockensubstanz	= 7.403 %	7.400 % Trockensubst.
3.4653 „ „	0.2563 „ „	= 7.396 „	
35.836 „ „	0.5774 AgCl	= 0.3983 % Cl	0.3961 % Cl
56.785 „ „	0.9046 „	= 0.3939 % „	

46.801 Grm. gaben 0.3966 KCl + NaCl,
daraus 0.0490 $KPtCl_3$ = 0.0202% KO u. 0.4324% NaO
45.768 „ „ 0.3908 KCl + NaCl,
daraus 0.0479 $KPtCl_3$ = 0.0202% KO u. 0.4358% NaO
Mittel: 0.0202% KO u. 0.4341% NaO

Gesammtblut:

3.8933 Grm. gaben 0.7425 Trockensubst. = 21.88% } 21.89% Trockensubst.
3.8165 „ „ 0.8355 „ = 21.89 „ }
51.648 „ „ 0.5930 AgCl = 0.2839% Cl } 0.2861% Cl
57.713 „ „ 0.6728 „ = 0.2882 „ „ }
52.343 „ „ 0.3832 KCl + NaCl,
daraus 0.0671 $KPtCl_3$ = 0.0247% KO u. 0.3674% NaO
53.374 „ „ 0.3888 KCl + NaCl,
daraus 0.0696 $KPtCl_3$ = 0.0251% KO u. 0.3652% NaO
Mittel: 0.0249% KO u. 0.3663% NaO

Blutkörperbrei (mittlere Schicht[1]):

4.7068 Grm. gaben 1.3910 Trockensubst. = 29.55% } 29.56% Trockensubst.
3.3410 „ „ 0.9880 „ = 29.57 „ }
56.322 „ „ 0.5121 AgCl = 0.2248% Cl } 0.2240% Cl
46.033 „ „ 0.4154 „ = 0.2231 „ „ }
49.409 „ „ 0.3250 KCl + NaCl,
daraus 0.0655 $KPtCl_3$ = 0.0255% KO u. 0.3273% NaO
53.679 „ „ 0.3570 KCl + NaCl,
daraus 0.0675 $KPtCl_3$ = 0.0242% KO u. 0.3324% NaO
Mittel: 0.0249% KO u. 0.3299% NaO

Blutkörperbrei (unterste Schicht):

2.8088 Grm. gaben 0.9468 Trockensubst. = 33.71%
18.900 „ „ 0.1463 AgCl = 0.1914% Cl
31.669 „ „ 0.2000 KCl + NaCl,
daraus 0.0412 $KPtCl_3$ = 0.0251% KO u. 0.3137% NaO

Auf 100 Gewichtstheile kommen:

Trockensubst.		Kali		Natron		Chlor		Natron : Chlor
im Serum:								
7.403 7.396	7.40	0.0202 0.0202	0.0202	0.4324 0.4358	0.4341	0.3983 0.3939	0.3961	1.10
im Gesammtblute:								
21.88 21.89	21.89	0.0247 0.0251	0.0249	0.3674 0.3652	0.3663	0.2839 0.2882	0.2861	1.28

1) Die oberste Schichte des Blutkörperbreies wurde nicht analysirt.

im **Blutkörperbrei,** mittlere Schicht:

Trockensubst.		Kali		Natron		Chlor		Natron : Chlor
29.55 29.57	29.56	0.0255 0.0242	0.0249	0.3273 0.3324	0.3299	0.2248 0.2231	0.2240	1.47

im **Blutkörperbrei,** unterste Schicht:

Trockensubst.	Kali	Natron	Chlor	Natron : Chlor
33.71	0.0251	0.3137	0.1914	1.64

Man ersieht aus diesen Zahlen, dass das Hundeblut ebenso wie das Rinderblut in den Körperchen Natron enthält. Dass die Körperchen auch Chlor enthalten, ist gleichfalls nach den vorliegenden Zahlen nicht zu bezweifeln. Wäre das Chlor nur im Serum enthalten, so müsste die unterste Schicht des Blutkörperbreies, welche nahezu halb so viel Chlor enthält als das Serum, zur Hälfte aus Serum bestehen, — was nicht wohl möglich ist. Aus dem Chlorgehalte des Serum und des Gesammtblutes berechnet sich unter dieser Voraussetzung das Verhältniss des Serum und der Körperchen:

$$\frac{0.2861}{0.3961} \cdot 100 = 72.23\% \text{ Serum u. } 27.77\% \text{ Blutkörperchen.}$$

Das Hundeblut müsste also ärmer an Körperchen sein als die drei anderen analysirten Blutarten. Dagegen aber sprechen folgende Gründe: 1) hatten sich im Hundeblut beim Centrifugiren die Körperchen nur bis $^2/_3$ des Gesammtvolumens gesenkt, beim Rinder- und Schweineblut aber, welche mehr als 27.8% Blutkörper enthielten, bis auf $^5/_9$; 2) war der Gehalt des Hundeblutes an Trockensubstanz — trotz des geringen Gehaltes an Trockensubstanz im Serum — höher als der des Rinder- und Schweineblutes; 3) war das Hundeblut reicher an Eisen als das Rinder- und Schweineblut: es enthielt 0.054% Fe, während das Schweineblut 0.049%, das das Rinderblut nur 0.039% Fe enthielt. Wir bedürfen also in diesem Falle nicht einmal der Anwendung der Hoppe-Seyler'schen Methode, um den Schluss zu rechtfertigen, dass das Hundeblut ebenso wie das Rinder-, Pferde-, und Schweineblut in den Körperchen Chlor enthält.

Auf den folgenden Tabellen stelle ich die Ergebnisse meiner Analysen zusammen:

I.

Schweineblut.

1000 Gewichtstheile des defibrinirten Blutes enthalten:

436,8 Körperchen		563.2 Serum	
Wasser	276.1	Wasser	517.9
Feste Stoffe	160.7	Feste Stoffe	45.3
Hämoglobin	114.0	Eiweiss	38.1
Eiweiss	37.6	Andere organische Stoffe	2.8
Andere organische Stoffe	5.2	Anorganische Stoffe	4.3
Anorganische Stoffe	3.9	Kali	0.154
Kali	2.421	Natron	2.406
Magnesia	0.069	Kalk	(0.077) 0.072
Chlor	0.657	Magnesia	0.021
Phosphorsäure	0.903	Eisenoxyd	0.006
		Chlor	2.034
		Phosphorsäure	0.106

Auf 1000 Gewichtstheile Blutkörperchen kommen:		Auf 1000 Gewichtstheile Serum kommen:	
Wasser	632.1	Wasser	919.6
Feste Stoffe	367.9	Feste Stoffe	80.4
Hämoglobin	261.0	Eiweiss	67.7
Eiweiss	86.1	Andere organische Stoffe	5.0
Andere organische Stoffe	12.0	Anorganische Stoffe	7.7
Anorganische Stoffe	8.9	Kali	0.273
Kali	5.543	Natron	4.272
Magnesia	0.158	Kalk	0.136
Chlor	1.504	Magnesia	0.038
Phosphorsäure	2.067	Eisenoxyd	0.011
		Chlor	3.611
		Phosphorsäure	0.188

Zahlenbelege:

172.73 Grm Blut gaben 0.2269 Fe_2PO_8 = 0.1202 Fe_2O_3 = 0.0696% Fe_2O_3 }
durch Titriren (Asche v. 174.1 Grm. Blut wurden gefunden = 0.0716% Fe_2O_3 } 0.0706% Fe_2O_3 = 0.0494% Fe

350.62 Grm. Blut gaben 0.3539 PO_5 = 0.1009%

350.62 „ „ „ 0.0260 CaO, daraus 0.0611 $CaSO_4$ = 0.0252 CaO = 0.0072% CaO

172.73 „ „ „ 0.0429 Mg_2PO_7 = 0.00895% MgO

128.48 Gr. Serum gab. 0.0027 Fe_2PO_8 = 0.0013 PO_5 u. 0.0014 Fe_2O_3 = 0.0011% Fe_2O_3
128.48 „ „ „ 0.0228 „

= 0.0241 PO_5 = 0.0188% PO_5
128.48 „ „ „ 0.0176 CaO, daraus 0.0424 $CaSO_4$ = 0.0174 CaO
= 0.0136% CaO
128.48 „ „ „ 0.0137 Mg_2PO_7 = 0.0038% MagO.

Die Zahlenbelege für die Bestimmungen der Trockensubstanz, des Eiweisses, der Alkalien und des Chlors sind oben bereits angegeben.

II.

Pferdeblut.

1000 Theile des defibrinirten Blutes enthalten:

531.5 Körperchen	
Wasser	323.6
Feste Stoffe	207.9
Kali	2.62
Chlor	1.02

468.5 Serum	
Wasser	420.1
Feste Stoffe	48.4
Kali	0.13
Natron	2.08
Chlor	1.76

1000 Gewichtstheile Körperchen enthalten:

Wasser	608.9
Feste Stoffe	391.1
Kali	4.92
Chlor	1.93

1000 Gewichtstheile Serum enthalten:

Wasser	896.6
Feste Stoffe	103.4
Kali	0.27
Natron	4.43
Chlor	3.75

III.

Rinderblut.

1000 Gewichtstheile des defibrinirten Blutes enthalten:

318.7 Körperchen	
Wasser	191.2
Feste Stoffe	127.5
Hämoglobin	89.4
Eiweiss	34.2
Andere organische Stoffe	2.4
Anorganische Stoffe	1.5
Kali	0.238
Natron	0.667
Magnesia	0.005
Chlor	0.521
Phosphorsäure	0.224

681.3 Serum	
Wasser	622.2
Feste Stoffe	59.1
Eiweiss	49.9
Andere organische Stoffe	3.8
Organische Stoffe	5.4
Kali	0.173
Natron	2.964
Kalk	(0.086) 0.070
Magnesia	0.031
Eisenoxyd	0.007
Chlor	2.532
Phosphorsäure	0.181

1000 Gewichtstheile Körperchen enthalten:

Wasser	599.9
Feste Stoffe	400.1
Hämoglobin	280.5
Eiweiss	107.3
Andere organische Stoffe	7.5
Anorganische Stoffe	4.8
Kali	0.747
Natron	2.093
Magnesia	0.017
Chlor	1.635
Phosphorsäure	0.703

1000 Gewichtstheile Serum enthalten:

Wasser	913.3
Feste Stoffe	86.7
Eiweiss	73.2
Andere organische Stoffe	5.6
Anorganische Stoffe	7.9
Kali	0.254
Natron	4.351
Kalk	0.126
Magnesia	0.045
Eisenoxyd	0.011
Chlor	3.717
Phosphorsäure	0.266

Zahlenbelege:

139.735 Grm. Blut gaben

0.1361 $Fe_2O_3 + PO_5$, daraus 0.0885 Mg_2PO_7 = 0.0566 PO_5 = 0.0405 PO_5
0.0566 PO_5

0.0795 Fe_2O_3 = 0.0569 % Fe_2O_3 }
durch Titriren wurden gefunden } 0.0557 % Fe_2O_3 = 0.0390 % Fe
(Asche v. 167.78 Blut) = 0.0544 % Fe_2O_3 }

139.735 Grm. Blut gaben 0.0100 CaO, daraus 0.0240 $CaSO_4$ = 0.0099 CaO = 0.0071 % CaO }
150.024 „ „ „ 0.0107 CaO, daraus 0.0253 $CaSO_4$ = 0.0104 CaO = 0.0069 % CaO } 0.0070 % CaO

139.735 „ „ „ 0.0141 Mg_2PO_7 = 0.00364 % MgO }
150.024 „ „ „ 0.0144 „ = 0.00346 „ „ } 0.0036 % MgO

91.6608 Grm. Serum gaben 0.0019 Fe_2PO_8 = 0.00089 PO_5 u. 0.00101 Fe_2O_3 = 0.0011 % Fe_2O_3

91.6608 „ „ „ = 0.0235 PO_5
= 0.0244 PO_5 = 0.0266 % PO_5

91.6608 „ „ „ 0.0114 CaO = 0.0280 $CaSO_4$ = 0.0115 CaO = 0.0126 % CaO

91.6608 „ „ „ 0.0115 Mg_2PO_7 = 0.0045 % MgO.

Ueber die Art der Berechnung der vorliegenden Analysen ist Folgendes zu bemerken.

Die im Gesammtblute gefundene Eisenmenge wurde nach Abzug der geringen Menge, welche dem Serum angehört, als aus dem Hämoglobin stammend betrachtet. Die daraus für den Hämo-

globingehalt berechnete Zahl kann keinen Anspruch auf Genauigkeit erheben, weil der Eisengehalt des Rinder- und Schweineblut-hämoglobins nicht bestimmt ist. Ich habe der Berechnung die von C. Schmidt [1]) und Hoppe-Seyler [2]) für das Hundeblut übereinstimmend gefundene Zahl 0.43% Fe zu Grunde gelegt. Bei der Bestimmung des Eiweiss + Hämoglobin wurde die gewogene Menge eingeäschert und die Asche (minus der Filterasche) abgezogen. Es musste also zu der so gefundenen Menge Eiweiss + Hämoglobin die in den Blutkörpern enthaltene Menge Eisen als Eisenoxyd hinzuaddirt werden, weil das im Hämoglobin enthaltene Eisen beim Einäschern in Eisenoxyd übergegangen und in Abzug gebracht worden war. — Bei der Berechnung des Verhältnisses von Serum und Blutkörpern aus dem Eiweiss- und Hämoglobingehalte nach Hoppe-Seyler's Methode war diese Correction nicht nöthig, weil bei dieser Berechnung das zum Eiweiss- und Hämoglobingehalte sowohl des Gesammtblutes als auch der Körperchen hinzuaddirte Eisenoxydprocent bei der Subtraction dieser beiden Grössen von einander wieder aus der Rechnung herausfallen würde. — (conf. oben pag. 200.)

Bei der Berechnung der Summe der anorganischen Bestandtheile wurde das Sauerstoffäquivalent des Chlors in Abzug gebracht. Die Summe der ausser dem Eiweiss und Hämoglobin im Blute enthaltenen organischen Stoffe — mit Einschluss der gebundenen Kohlensäure — wurde aus der Differenz berechnet.

Bei den früheren Bestimmungen der anorganischen Bestandtheile des Blutes ist stets auch der Schwefelsäuregehalt angegeben. Ich habe im Hunde- und Rinderblute, welche ich darauf prüfte, nur quantitativ nicht bestimmbare Spuren von präformirter Schwefelsäure nachweisen können. Aus 50 Gramm Blut wurde durch Ansäuern mit Essigsäure und Kochen das Eiweiss gefällt, filtrirt und mit heissem Wasser

1) A. Boettcher. Ueb. Blutkrystalle. Dorpat. 1862 pag. 33. C. Schmidt's Angabe üb. d. Zusammens. d. Blutkrystalle.

2) Hoppe-Seyler. Beitr. z. Kenntniss d. Bl. etc. Med. chem. Unt. Hft. II 1867. pag. 189.

ausgewaschen. Das Filtrat wurde eingeengt und von den dabei sich abermals ausscheidenden Eiweissgerinnseln abfiltrirt. Das so erhaltene Filtrat wurde, mit Salzsäure versetzt, einige Zeit stehen gelassen. Da es sich etwas trübte, wurde nochmals filtrirt. Das vollkommen klare Filtrat wurde mit Chlorbaryumlösung versetzt. Es blieb anfangs völlig klar. Nach einiger Zeit entstand eine schwache Trübung, aber kein wägbarer Niederschlag. In der Asche die Schwefelsäure zu bestimmen hat keinen Zweck.

Nach den obigen Analysen scheint es, dass im Schweine- und Rinderblute der Kalk nur im Serum enthalten ist.

Auf 100 Grm. Gesammtblut waren gefunden worden im	Schweineblute	0.0072	CaO
	Rinderblute	0.0070	„
Für die in 100 Grm. Blut enthaltene Serummenge wird berechnet:	Schweineblut	0.0077	„
	Rinderblut	0.0086	„

Die für die Serummenge in 100 Blut berechneten Mengen Kalk sind also noch etwas grösser als die in 100 Blut direct gefundenen Kalkmengen. Wir können somit den Serumgehalt des Blutes noch geringer annehmen, als nach den angewandten Methoden gefunden wurde, — und der Kalkgehalt des Gesammtblutes wäre dennoch durch den Kalkgehalt des Serum gedeckt. Es scheint also, dass die Körperchen keinen Kalk enthalten. Dass die angeführten Zahlen nicht besser stimmen, erklärt sich daraus, dass die gewogenen Kalkmengen für eine genaue Bestimmung zu gering waren. (conf. die Zahlenbelege.) Durch Einäscherung grösserer Blutmengen wäre es vielleicht möglich, aus dem Kalkgehalte des Gesammtblutes und der Zwischenflüssigkeit das Mengenverhältniss der beiden Bestandtheile zu berechnen. Diese Methode wäre allerdings in allen den Fällen, wo wir es mit kleinen Blutmengen zu thun haben, nicht anwendbar, könnte aber dazu dienen, die Genauigkeit anderer, auch auf kleine Blutmengen anwendbarer Methoden zu controliren.

Ein auffallendes Ergebniss der obigen Analysen ist der Umstand, dass die verschiedenen Blutarten, bei aller Verschiedenheit des Natron- und Kaligehaltes in den

Körperchen, im Serum nahezu denselben Gehalt an diesen Bestandtheilen aufweisen. In der folgenden Tabelle stelle ich die Ergebnisse meiner Bestimmungen zusammen und füge noch die Angaben einiger früheren Autoren über den Alkaligehalt des Serums hinzu. Die von anderen Autoren für die Blutkörperchen berechneten Alkalimengen sind mit den von mir gefundenen nicht gut vergleichbar.

In 1000 Gewichtstheilen der Blutkörperchen sind enthalten:

	Kali	Natron
Schweineblut	5.54	0
Pferdeblut	4.84	0
Rinderblut	0.75	2.09
Hundeblut. (Blutkörperbrei mit 34% Trockensubstanz	(0.25)	(3.14)

In 1000 Gewichtstheilen Serum sind enthalten:

	Kali	Natron	
Hundeblut 1.	0.20	4.34	C. Schmidt[1])
Hundeblut 2.	0.35	4.73	
Rinderblut 1.	0.25	4.35	Sertoli[2])
Rinderblut 2.	0.22	4.15	
Schweineblut	0.27	4.27	
Pferdeblut	0.27	4.43	
Menschenblut 1.	0.38	4.63	C. Schmidt[3])
Menschenblut 2.	0.40	4.29	

Wir sehen also, dass das Natron in den Körperchen durch Kali vertreten werden kann, nicht aber in der Zwischenflüssigkeit. Diese Erscheinung findet eine teleologische Erklärung darin, dass das Kali, wenn es in die Zwischenflüssigkeit gelangt, als heftiges Gift wirkt. Die geringe Kalimenge, welche im Serum gefunden wird, stammt vielleicht aus dem Zerfall der farblosen Blutkörperchen. Ob dieses thatsächlich der Fall ist, beabsichtige ich durch Untersuchung des Pferdeblutes zu entscheiden, bei welchem sich die farblosen Zellen vom Plasma durch Filtration

1) C. Schmidt. Charakteristik d. epid. Cholera etc. p. 140.

2) E. Sertoli. Ueb. d. Bindung d. Kohlens. im Bl. Hoppe-Seyler's Med. chem. Unt. 1868 p. 352.

3) C. Schmidt. l. c. p. 31 u. 34.

in der Kälte trennen lassen. (A. Schmidt.) Bisher ist die Trennung noch nicht vollständig gelungen. Die Methode aber lässt sich vielleicht vervollkommnen.

Ferner muss auf experimentellem Wege entschieden werden, wie weit der Kali- und Natrongehalt im Blute von Thieren derselben Species mit dem Alkaligehalte der Nahrung sich ändert. Nach den bisherigen Analysen halte ich es für wahrscheinlich, dass das mit der Nahrung aufgenommene Kali aus den Körperchen des Blutes das Natron verdrängen und dasselbe ersetzen kann, dem Plasma dagegen das Natron wohl zum Theil entziehen, nicht aber ersetzen kann. Dieses scheint aus den Versuchen Verdeil's [1]) und Kemmerich's [2]) bereits hervorzugehen.

Kemmerich fand im Serum des Blutes von einem Hunde, dem er längere Zeit Kalisalze eingegeben hatte:

	0.0172%	KO	u.	0.3852%	NaO	
Im normalen Hundeblutserum sind enthalten:	0.0348 „	„	„	0.4728 „	„	C. Schmidt
	0.0202 „	„	„	0.4341 „	„	Bunge.

Die Natronmenge scheint also in dem Serum des Kemmerich-schen Kalihundes bedeutend vermindert ohne Vermehrung des Kaligehaltes. Dieser Versuch, welcher gegen meine Ansicht von der Kochsalz entziehenden Wirkung der Kalisalze geltend gemacht worden ist, [3]) spricht also nur für dieselbe. — Die Alkalien im Gesammtblute und in den Körperchen sind in dem Kemmerich'-schen Versuche nicht bestimmt worden.

Verdeil fütterte einen grossen Hund 18 Tage lang mit Fleisch entnahm ihm dann eine Blutprobe, fütterte ihn darauf 18 Tage

1) F. Verdeil. Unt. der Blutasche verschiedener Thiere. Liebig's Ann. 1849. 69. 89.

2) E. Kemmerich. Unt. üb. d. Wirk. d. Fleischbrühe etc. Pflüger's Arch. 1869. 2. 85.

3) J. Forster. Vers. üb. d. Bedeut. d. Aschenbest. etc. Diese Zeitschr. 1873. 9. 371. F. Kurtz. Ueber Entziehung von Alkalien aus dem Thierkörper. Diss. Dorp. 1874. p. 33. Conf. meine Abhandlung: Ethnolog. Nachtrag etc. Diese Zeitschr. 1874. 10. 129.

lang mit Brod und Kartoffeln und entnahm ihm wiederum eine Blutprobe. In der Asche der beiden Blutproben wurde gefunden:

I. (Fleischnahrung)	II. (Pflanzennahrung)
15.16% KO	19.16% KO
32.20% NaO	29.03% NaO
12.75% Fe_2O_3	8.65% Fe_2O_3

Der Eisengehalt ist in der zweiten Blutprobe geringer, als in der ersten. Wahrscheinlich war also die Menge der Blutkörper in der zweiten geringer. Dennoch ist der Kaligehalt in der zweiten Probe grösser. Die Menge des Plasma war wahrscheinlich in der zweiten Probe grösser. Dennoch ist der Natrongehalt geringer. Diese Thatsachen lassen kaum eine andere Deutung zu, als die, dass durch die Kali-reiche Pflanzennahrung in den Körperchen des Blutes ein Theil des Natron durch Kali verdrängt und ersetzt worden ist.

Ob diese Auslegung der Versuche Kemmerich's und Verdeil's die richtige ist, müssen weitere Versuche entscheiden.

Methode der Analyse.

Zur Bestimmung der **Trockensubstanz** wurden die gewogenen Mengen Blut in einem mit Bunsen-Kemp'schem Regulator versehenen Trockenapparate so lange bei 120° C getrocknet, bis nach weiterem 10stündigem Trocknen bei dieser Temperatur nicht die geringste Gewichtsverminderung mehr eintrat.

Zur Bestimmung des **Eiweiss** im Serum und der Summen von Eiweiss und Hämoglobin im Gesammtblute und in den Blutkörpern wurde folgendermassen verfahren: Man versetzt die gewogene Menge (5 bis 10 Grm.) Serum, Blut oder Blutkörper (durch Kochsalzlösung in der oben beschriebenen Weise vom Serum befreit) mit ein paar Tropfen Essigsäure und mit dem 5 bis 10fachen Volumen absoluten Alkohols, lässt im bedeckten Becherglase einige Tage bei einer Temperatur von ca. 60 bis 70° C stehen, sammelt dann den Eiweissniederschlag auf einem gewogenen Filter und wäscht ihn mit heissem Alkohol, und Aether, nochmals mit Alkohol, darauf mit heissem Wasser und darauf nochmals mit Alkohol und Aether aus. — Unterlässt man das Ansäuern mit Essigsäure und das Stehenlassen in der Wärme, so quillt beim Auswaschen mit Wasser das Eiweiss auf und verstopft die Filterporen, so dass das fernere Filtriren unmöglich wird. In der angegebenen Weise aber erhält man einen Niederschlag, welcher sich sehr leicht und gut auswaschen lässt. — Alle Filtrate werden zusammen in einer kleinen Porcellanschale zur Trocken eingedampft,

der Rückstand wird mit absolutem Alkohol aufgenommen, auf ein kleines gewogenes Filter gebracht, mit heissem Alkohol, mit Aether, nochmals mit Alkohol, darauf mit kleinen Mengen heissen Wassers und darauf wiederum mit Alkohol und Aether ausgewaschen. Beim Trocknen der Eiweissniederschläge wurde ebenso verfahren wie bei der Bestimmung der Trockensubstanz. — Die gewogenen Niederschläge wurden eingeäschert und die gewogene Asche minus der Filterasche in Abzug gebracht. — Der Procentgehalt des Blutes an Eisenoxyd wurde in einer besonderen Portion bestimmt und zu dem gefundenen Procentgehalte an trockenem Eiweiss + Hämoglobin hinzuaddirt (conf. oben p. 209).

Die Methode zur Bestimmung der **Alkalien** und des **Chlors** war dieselbe, welche ich in meinen früheren Abhandlungen[1]) bereits ausführlich beschrieben habe. Dass bei der zum Einäschern angewandten Temperatur keine Alkalien sich verflüchtigen, davon habe ich mich durch Einäschern gewogener Mengen Chlorkalium — des am leichtesten flüchtigen Alkalisalzes — mit aschenfreiem Zucker überzeugt. Dass bei der Trennung der Alkalien von den übrigen Aschenbestandtheilen nach der von mir angewandten Methode richtige Werthe erhalten werden, habe ich in meiner früheren Abhandlung bereits gezeigt. Die Genauigkeit der zur Chlorbestimmung angewandten Methode — Einäscherung mit $NaCO_3$ — ist durch die sehr sorgfältigen Untersuchungen Behaghel's[2]) erwiesen worden. Ich habe es indessen dennoch nicht als überflüssig erachtet, mich noch auf folgendem Wege davon zu überzeugen, dass auch bei der Bestimmung des Chlor im Blute durch Einäscherung mit $NaCO_3$ richtige Werthe erhalten werden. Es wurde das Chlor im Blute ohne Einäscherung bestimmt und die erhaltene Zahl mit der durch Einäscherung gefundenen verglichen:

1) 31.794 Grm. Schweineblut werden nach Zusatz einiger Tropfen Essigsäure mit einer gesättigten Lösung vollkommen Chlor-freien schwefelsauren Natrons 5 Stunden gekocht. Nach Ablauf dieser Zeit ist das Eiweiss und Hämoglobin so fest coagulirt, dass es sich auf dem Filter gut auswaschen lässt und ein von Blutfarbstoff freies Filtrat erhalten wird. Das Auswaschen mit heissem Wasser wird solange fortgesetzt bis das Waschwasser auf Silberlösung nicht mehr reagirt. — Aus dem mit Salpetersäure angesäuerten klaren Filtrate wird das Chlor mit Silberlösung gefällt, auf einem gewogenen Filter gesammelt, getrocknet und gewogen. Das Gewicht betrug 0.3450 AgCl (= 0.2683% Cl). Diese Zahl ist etwas zu hoch, weil der Silberniederschlag beim Herausfallen aus der Lösung organische Stoffe mitgerissen hat. Der Niederschlag wurde daher auf ein Stück Glanzpapier gebracht, das Filter in einem kleinen Porcellantiegel eingeäschert, der Niederschlag hinzugebracht und geglüht. Dabei entwichen organische Destillationsproducte. Der Niederschlag wurde darauf, um das reducirte Silber wieder zu lösen, einen Tag lang in dem bedeckten Tiegel mit starker Salpetersäure auf dem Dampfbade digerirt, darauf das gelöste Silber durch Salzsäure gefällt, eingedampft, geglüht und gewogen. Es wurden erhalten 0.3399 AgCl. Der ausgewaschene Eiweissniederschlag wurde mit einer Lösung

---

1) Diese Zeitschr. 10. 295 und Liebig's Ann. 172. 16. 1874.

2) H. Behaghel v. Adlerskron. Ueber die Bestimmung des Chlors etc. Zeitschr. f. analyt. Chem. 12. 390. 1873.

von kohlensaurem Natron (2 Grm. des wasserfreien Salzes) digerirt, darauf eingeäschert und in der Asche der Rest des Chlors bestimmt. Es wurden gefunden 0.0098 AgCl

$$0.3399 + 0.0098 = 0.3497 \text{ AgCl} = 0.2719\,\% \text{ Cl.}$$

2) 38.701 Grm. desselben Blutes gaben in derselben Weise behandelt auf dem gewogenen Filter 0.4264 AgCl (= 0.2724% Cl); geglüht, mit Salpetersäure, Salzsäure etc. behandelt 0.4201 AgCl. Aus dem Eiweissniederschlage wurden in der angegebenen Weise erhalten 0.0023 AgCl.

$$0.4201 + 0.0023 = 0.4224 \text{ AgCl} = 0.2698\% \text{ Cl.}$$

43.689 Grm. desselben Blutes mit 1 Grm. $NaCO_3$ eingeäschert gaben 0.4752 AgCl = 0.2689% Cl
44.779 „ „ „ „ „ „ „ „ 0.4876 AgCl = 0.2692% Cl
42.726 „ „ „ ohne „ „ „ 0.4385 AgCl = 0.2537% Cl
44.693 „ „ „ „ „ „ „ 0.4472 AgCl = 0.2474% Cl

Es wurden also erhalten:

ohne Einäscherung	Beim Einäschern mit $NaCO_3$	Beim Einäschern ohne $NaCO_3$
1) 0.2719% Cl	1) 0.2689%	1) 0.2537%
2) 0.2698% „	2) 0.2692%	2) 0.2474%

Die Nothwendigkeit des Zusatzes von kohlensaurem Natron geht noch aus dem folgenden Versuche hervor:

45.038 Grm. Rinderblut mit 1 Grm. $NaCO_3$ eingeäschert gaben 0.5561 AgCl = 0.3052% Cl
43.679 „ „ „ „ „ „ „ 0.5395 AgCl = 0.3054% Cl
43.435 „ desselben Blutes ohne „ „ „ 0.5146 AgCl = 0.2929% Cl
49.676 „ „ „ „ „ „ „ 0.5920 AgCl = 0.2946% Cl

Man ersieht hieraus, dass bei allen bisherigen Analysen der Blutasche die Chlorbestimmungen zu niedrige Werthe ergeben haben. Der Fehler ist jedoch kein bedeutender, weil das Blut bereits überschüssiges Alkali enthält.

Zur Bestimmung des **Eisens**, des **Kalkes**, der **Magnesia** und der **Phosphorsäure** diente folgendes Verfahren: 100 bis 200 Grm. Blut oder Serum werden in einer grossen Platinschale ohne irgend einen Zusatz verkohlt, die Kohle wird mit heissem Wasser extrahirt und darauf vollständig eingeäschert. Die Asche wird in Salzsäure gelöst und mit dem Wasserauszuge vereinigt. Aus dieser salzsauren Lösung der Gesammtasche wird durch Zusatz von essigsaurem Ammon in der Kälte das Eisen mit einem Theile der Phosphorsäure als Fe_2PO_8 gefällt. Der Rest der Phosphorsäure wird aus dem Filtrate mit einer titrirten

Eisenchloridlösung in der Siedhitze gefällt und heiss filtrirt. Aus dem eingeengten Filtrate wird darauf der Kalk nach vorhergegangener Uebersättigung mit Ammoniak durch oxalsaures Ammon gefällt. Das Filtrat vom Kalkniederschlage wird in einer Platinschale eingedampft, die Ammoniaksalze werden abgeraucht, der Rückstand wird in ein wenig Salzsäure gelöst und die Magnesia durch Ammoniak und phosphorsaures Natron gefällt.

Bei der Analyse des Rinderblutes musste dieser Gang etwas abgeändert werden, weil das Rinderblut weniger Phosphorsäure enthält, als dem Eisenoxyd aequivalent ist. Es wurde daher gleich der erste Niederschlag von basisch phosphorsaurem Eisenoxyd in der Siedhitze filtrirt u. s. w. Der geglühte und gewogene Niederschlag wurde in Salzsäure gelöst, die Lösung mit Weinsäure versetzt und darauf mit Ammoniak übersättigt. Aus dieser Lösung wurde die Phosphorsäure durch Magnesiamischung gefällt; das Eisenoxyd wurde aus der Differenz berechnet.

Alle bei diesen Bestimmungen angewandten Filter waren zuvor mit Salzsäure extrahirt worden.

Der Eisengehalt des Blutes wurde ausser durch Gewichtsanalyse zugleich noch durch Titriren der Aschenlösung von einer besonderen Portion Blut (150 bis 200 Grm.) mit Chamäleonlösung in der bekannten Weise bestimmt.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden in O. Schmiedeberg's Laboratorium zu Strassburg ausgeführt. Für die Liberalität, mit der mir alle Hilfsmittel dieses Institutes in unbeschränktester Weise zur Verfügung gestellt wurden, sage ich Herrn Prof. Schmiedeberg meinen wärmsten Dank.

Ueber die Magenschleimhaut neugeborener Säugethiere.[1])

Von

Dr. med. **Gustav Wolffhügel,**

Assistent des hygienischen Instituts und Privatdocent der öffentl. Gesundheitspflege am Polytechnikum in München.

Zur histologischen Untersuchung von Magenschleimhäuten war mir bei einer Arbeit über Pepsin (Pflüg. Archiv Bd. VII, 188) reichlich Gelegenheit geboten. Es wurden die seitherigen Methoden geübt, Schnitte aus gefrorener Schleimhaut mit Osmiumsäuredämpfen tingirt, in Pikrinsäure die Schleimhaut zu härten versucht u. s. w., ohne dass ich damit zu wesentlich anderem Resultat gekommen wäre, als den allgemein anerkannten Unterscheidungsmerkmalen zwischen Pylorus- und Fundusdrüsen. Ja die Pikrinsäure, welche zum Härten von Drüsen sonst recht geeignet erscheint, erwies sich für die Magenschleimhaut geradezu unbrauchbar, weil sie, wie spätere Versuche gezeigt haben, mit Pepsin bis zu einem gewissen Grade verdauen kann. Angesichts dieses Misserfolgs und der ge-

1) Diese Arbeit wurde unter Leitung des Herrn Professor Dr. W. Kühne im physiologischen Institut zu Heidelberg begonnen und musste schon Ende Mai 1873 zu vorläufigem Abschluss gebracht werden, weil mir der Uebertritt zur Hygiene andere Aufgaben stellte. Seither harrt das Resultat, wie ich es heute gebe, der Veröffentlichung, mit welcher ich zögerte in der Absicht, den histologischen Theil noch auszuarbeiten. Da ich bis heute diesen Gegenstand nicht wieder habe aufnehmen können und nicht weiss, ob ich dazu in nächster Zeit kommen werde, will ich meine Erfahrungen in aller Kürze kundgeben.

ringen Aussicht, die Controverse bezüglich des Pepsinmangels der Pylorusschleimhaut bald erledigt zu sehen, gab ich es auf, länger nach Unterscheidungsmerkmalen zwischen Pylorus- und Fundusdrüsen zu suchen. Doch bald brachte ein Zufall neue Anregung, mit dem Mikroscope die Frage nach den pepsinbildenden Zellen wieder aufzunehmen.

Im Februar 1873 fand ich nämlich bei einem Kaninchen, an welchem 24 Stunden zuvor der Zuckerstich gemacht worden war, mehrere fast ausgetragene todte Junge von 9 cm. durchschnittlicher Körperlänge. Dieselben waren zum Theil noch warm, ihr Mageninhalt zeigte eine grünlich gelbe Farbe, viscide Consistenz und keine sauere Reaction. Verdauungsversuche, zu welchen ich die Mägen unausgewaschen zerkleinerte und mit einer gekochten Fibrinflocke und 0.4% Salpetersäure auf 36 Stunden in den Brütofen brachte, ergaben ein vollkommen negatives Resultat. Dieser Befund wonach dem Magen des neugeborenen Kaninchen die Pepsinbildung noch fehlt, schien mir für die Bearbeitung der schwebenden Frage fruchtbringender werden zu können als der Unterschied zwischen Pylorus und Fundus.

Durch Misslingen der Alkoholerhärtung sah ich mich bei der histologischen Untersuchung vorerst noch zu sehr auf die aus der frischen Schleimhaut herstellbaren Objecte angewiesen. Wenn nun auch diese, entsprechend ihrer Präparationsweise, an Feinheit Manches zu wünschen übrig gelassen haben, so verdanke ich doch dem in der Voruntersuchung gewonnenen Eindrucke die Ermunterung, mich auf dem eben betretenen Wege durch anfängliches Missgeschick nicht beirren zu lassen. Die Labdrüsen zeigten sich vollkommen entwickelt, jedoch nur als schmale Schläuche, in welchen die Belegzellen gegenüber den Hauptzellen durchaus nicht in der Weise hervortreten, wie ich sonst zu sehen gewohnt war.

Am 15. April fand ich neues Untersuchungsmaterial. Eine Stunde post partum waren die Mägen von drei durchschnittlich 10 cm. langen, neugeborenen Kaninchen, welche ich unmittelbar vor der Autopsie getödtet hatte, mit Caseïngerinnsel mehr oder weniger gefüllt, stark sauer. Die Mägen theilte ich in der Curvatur und reservirte je eine Hälfte zur histologischen Untersuchung, während

die andere, nach Abspülung in Wasser, zerkleinert, in der folgenden Weise für die Pepsinprobe zur Verwendung kam:

Zwei so präparirte Magenhälften wurden einzeln mit 5[cc] einer 0.4 % Salzsäure bei 40° C. im Brütofen zur Extraction angesetzt und nach 36 Stunden, in welchen übrigens eine wahrnehmbare Lösung der Magenwandungen nicht eingetreten war, zu jeder Verdauungsprobe weitere 10[cc] Säure und eine gekochte Fibrinflocke gegeben, welche ich in der gleichen Säure zuvor zur Quellung gebracht hatte. Die dritte Magenhälfte setzte ich sammt dem Mageninhalt unter Zugabe von 15[cc] Säure der Brütofenwärme aus. Als Controle diente eine Fibrinflocke in 10[cc] Säure allein. Nach zwei Tagen zeigten sich die Fibrinflocken, die zerkleinerten Magenwandungen, die Caseïngerinnsel ebensowenig verändert wie die Fibrinflocke der Controlprobe. Also auch im Magen dieser Versuchsthiere war die Pepsinproduction noch nicht im Gange, während die Säurebildung schon eingetreten war.

Für die histologische Untersuchung erwies der Kaninchenmagen wegen seiner ausserordentlichen Zartheit sich als ein ungünstiges Object, das trotz grösster Sorgfalt in Alkohol leicht bis zur Unbrauchbarkeit schrumpft. Auch war ich durch das zweite Misslingen zur Einsicht gekommen, dass das Härten glückt, wenn die frische unausgewaschene Schleimhaut für die ersten Stunden in einen verdünnten Alkohol (nicht über 40% Tralles) gebracht wird, dessen Concentration man von Tag zu Tag steigert, bis nach acht Tagen etwa 96% erreicht sind. Dafür hoffte ich an Hunden ein weniger subtiles Material für weitere Beobachtungen zu bekommen, und wartete das Werfen einer Hündin ab.

Am 19. April wurde das Thier bei der Geburt überrascht, als es schon zwei Jungen geworfen hatte, und war Gelegenheit gegeben, die Mägen des sieben Stück betragenden Wurfes in verschiedenen Stadien, theils nüchtern theils nach geschehener Verdauungsaufnahme, in Untersuchung zu nehmen, wie nachstehende Uebersicht zeigt:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Alter des Versuchsthieres	5 Min.	10 Min.	1½ Std.	4 Std.	12 Std.	43 Std.	5 Tg.	
Körperlänge	17.0	15.0	16.0	17.5	17.0	16.5	18.0	Centimeter
Länge des Magens . .	2.0	2.0	1.6	2.5	2.5	3.0	3.0	
Höhe des Magens . . .	1.3	1.2	0.6	1.6	1.5	1.8	1.5	
Tiefe des Magens . . .	1.3	1.3	0.5	1.4	1.4	1.5	2.0	
Reaction des Mageninhaltes	nicht sauer	schw. sauer	nicht sauer	stark sauer	stark sauer	stark sauer	stark sauer	

Die Magen I, II und III waren noch nüchtern, dagegen IV, V, VI und VII mit Caseïngerinnsel mehr oder weniger gefüllt. Von sämmtlichen wurde nach Entfernung des Inhalts die eine Hälfte in Alkohol gegeben, die andere ohne Weiteres zerkleinert und der Einwirkung von je 3 cc Glycerin in Eprouvetten ausgesetzt. Nach fünf Tagen gab ich in jede Eprouvette 20cc der 0.4 % Salzsäure mit einer gekochten Fibrinflocke, die in der gleichen Säure zuvor gequollen war. Diese sieben Proben wurden sodann gegenüber einer Controlprobe, bestehend in einer Fibrinflocke mit Säure allein, der Brütofenwärme ausgesetzt.

Die Proben I, II, III und IV verdauten dabei in 24 Stunden nicht mehr als die Säure allein, dagegen war bei V und VI eine wahrnehmbare, wenn auch unbedeutende Lösung der Fibrinflocke eingetreten und hatte die Probe VII dieselbe zum Theil verdaut. Somit entwickelt auch beim neugeborenen Hunde sich die Pepsinbildung in den ersten Lebenstagen allmählich und ist im 5. Tage zur Verdauung von gekochtem Fibrin noch unzureichend. Die Säurebildung tritt dagegen schon wenige Stunden nach der Geburt auf und wurde schon in nüchternem Magen (bei II) eine schwach sauere Reaction gefunden.

Der directe Nachweis, ob diese Säure Salzsäure ist, konnte bei der Kleinheit des Untersuchungsobjectes nicht ausgeführt werden, indem derselbe nach der Methode hätte geschehen müssen, durch welche C. Schmidt die Existenz der freien Salzsäure im Magensafte nachgewiesen hat. Die nach geschehener Nahrungsaufnahme

gefundene Säure kann also wohl auch Milchsäure gewesen sein, welche sich durch Zerlegung des Mageninhaltes gebildet hatte.

Zur Verificirung des bisherigen Beobachtungsresultats war am 27. April nochmals Material gegeben. Ein Kaninchen warf sieben, durchschnittlich 9.5^{cm} lange Jungen, welche etwa zwei Stunden alt getödtet wurden, nachdem sie schon gesäugt worden waren. Der mit Caseïngerinnsel gefüllte Magen reagirte sauer und war durchschnittlich 2.9^{cm} lang, 2.5^{cm} hoch und 1.5^{cm} tief. Der Mageninhalt sämmtlicher Versuchsthiere in zwei Portionen der Brütofenwärme ausgesetzt, zeigte nach 1½ Tagen keine Lösung der Caseïngerinnsel. Nach ganz oberflächlicher Abspülung behufs Entfernung des Inhaltes wurden die Mägen zerkleinert und zu zwei Portionen in je 10^{cc} Glycerin auf 10 Tage gegeben. Die mit je 10^{cc} dieses Extracts bei 40° C. gegenüber einer gekochten Fibrinflocke und 60^{cc} der 0.4 % Salzsäure angestellten Verdauungsproben bestätigten vollkommen die früheren Erfahrungen. Nach 24 Stunden war die Fibrinflocke noch intact, während ½^{cc} eines Glycerinauszugs vom Schweinemagen mit 20^{cc} Säure schon in wenigen Stunden eine gekochte Fibrinflocke gelöst hatte.

Auf Grund dieser Beobachtungen, in welchen sowohl mit Glycerinauszügen [1]) als auch mit Salzsäureinfusen des Magens gearbeitet worden war, nehme ich an, dass beim neugeborenen Kaninchen und Hunde die Pepsinproduction erst einige Tage nach der Geburt allmählich sich entwickelt, während

1) Seit Ebstein und Grützner (Pflüger's Archiv Bd. VIII. pag. 143) gezeigt haben, dass man durch vorheriges passendes Behandeln der Magenschleimhaut mit Salzsäure oder Kochsalzlösung die Pepsinmenge vermehren kann, wird die Glycerinextraction nicht mehr ohne Weiteres vorgenommen, wie das hier geschehen ist. Jedoch können von diesen zu einer früheren Zeit gemachten Untersuchungen nur diejenigen an Werth verloren haben, welche sich auf die Magen mit noch nicht oder wenig ausgesprochener Säure-Reaction beziehen, während man bei schon an sich saueren Magenwandungen von dieser Cautele Umgang nehmen darf. Der Einwand, dass in den Verdauungsproben, zu welchen die Magenwandungen beigegeben waren, und während der Salzsäureextraction das etwa vorhandene wenige Pepsin auf Kosten der Verdauung des Magens verbraucht worden sei, wird das Resultat kaum berühren, weil in allen Verdauungsproben mit negativem Resultat auch eine Selbstverdauung nicht stattgefunden hat; die Magenwandung war nach diesen Versuchen durchaus intact.

die Säurebildung schon früher auftritt. Ob aber die nach der ersten Nahrungsaufnahme gefundene Säure nicht zu gutem Theil aus Milchsäure besteht und die Magenschleimhaut sich in den ersten Lebenstagen an der Säurebildung noch wenig betheiligt, haben weitere Untersuchungen erst festzustellen.

Ueber die Verdauung bei neugeborenen Kindern und Säugethieren finde ich in der Literatur nur folgende Angaben:

1) Nach Moriggia[1]) ist beim Rinderembryo die verdauende Kraft der Magenschleimhaut selbst im dritten Schwangerschaftsmonat schon nachweisbar,

2) findet Zweifel[2]), dass bei reifen und Neunmonats-Kindern die Magenverdauung constant und ziemlich intensiv vorhanden ist,

3) entsteht nach Hammarsten's[3]) Beobachtungen das Pepsin erst allmählich in der Magenschleimhaut der neugeborenen Thiere und liefern die Magendrüsen des Hundes in den zwei ersten Wochen keinen peptisch wirksamen Magensaft. Dafür ist die Pankreasdrüse reich an einem Eiweiss verdauenden Fermente. In der Hauptsache bieten neugeborene Katzen und Kaninchen die gleichen Verhältnisse, wenn auch bei letzteren der Befund des Pepsinmangels weniger regelmässig ist als beim Hunde und die Magenverdauung schon in der zweiten Woche beginnt. Der Magen scheint in der ersten Lebenszeit nur als Behälter für die geronnene Milch zu dienen, indem er für die Lösung und Resorption des Caseïns von keiner oder nur verschwindender Bedeutung ist. Dagegen hat Hammarsten bezüglich des Pepsingehaltes beim neugeborenen Kinde mit Zweifel übereinstimmende Erfahrungen,

4) gibt Grützner[4]) als vorläufige Notiz an, dass der Magen von Embryonen (Schaf, Rind, Schwein, Hund) geringe Spuren von Pepsin, aber keine Säure enthält. Es steigt die Menge des Pepsins

---

1) Rivista Clinica 1873. Centralblatt d. med. Wissenschaften 1874 p. 349. Das Original war mir nicht zugänglich.

2) Untersuchungen über den Verdauungsapparat Neugeborener. Berlin 1874. pag. 20.

3) Beiträge zur Anatomie und Physiologie, als Festgabe für C. Ludwig. Leipzig 1875. 1. Heft, CXVI.

4) Neue Untersuchungen über die Bildung und Ausscheidung des Pepsin. Breslau 1875, pag. 30.

mit der fortschreitenden Entwickelung und enthält natürlich auch der Magen des eben geborenen Menschen und Thieres Pepsin.

Nach diesen Beobachtungen scheint der Pepsinmangel in den ersten Lebenstagen nicht allen Säugethieren eigen zu sein. Aber die Erfahrungen gehen auch bezüglich der einzelnen Untersuchungsobjecte. z. B. des Magens vom Hunde auseinander. Dieser Mangel an Uebereinstimmung darf nicht befremden; denn so lange man sich über den Werth oder Unwerth einiger Cautelen nicht zu einigen weiss, wird der Pepsingehalt eines Objektes bald behauptet bald geläugnet werden, wie die Erfahrung bei den Pylorusdrüsen zeigt. In dieser Hinsicht dürfte zunächst in Frage kommen, ob es zulässig ist, das Fibrin roh in Verdauungsversuchen anzuwenden. Ich lege, so lange der Gegenbeweis nicht experimentell geführt ist, nach wie vor Werth darauf zur Pepsinprobe nur Fibrin zu nehmen, das zur Zerstörung von etwa ihm anhaftendem Ferment in Wasser zuvor gekocht worden ist. Die Uebereinstimmung mit Hammarsten wird aber zum gutem Theil auf der Vermeidung des ungekochten Fibrins beruhen.

Das Kochen macht freilich das Fibrin etwas resistenter gegen den Magensaft und setzt seine Empfindlichkeit für das Anzeigen von Pepsin in Spuren um ein Geringes herab, aber bei der gestellten Alternative will ich vorderhand mich eher zu einer minimalen Einbusse an der Empfindlichkeit verstehen, als über die Exactheit der Methode Zweifel obwalten lassen.

Zwar müsste, wenn die Anwendung des rohen Fibrins durch das Experiment als correct sanctionirt würde, der aus meinen Beobachtungen gezogene Schluss eine andere Fassung erhalten und heissen:

> Der Magen des neugeborenen Kaninchen und Hundes enthält nur in Spuren Pepsin, so dass er in den ersten Lebenstagen gekochtes Fibrin noch nicht verdaut.

Aber diese Entscheidung der Vorfrage könnte noch nicht den Vorzug alteriren, welchen der neugeborene Magen vor dem Pylorus als Untersuchungsobject hat, wenn es gilt, nach den pepsinbildenden Zellen zu forschen. Denn bei den Verdauungsversuchen mit dem Pylorustheil des Magens gibt es ausser der Controverse, in

welchem Zustande man das Fibrin nehmen soll, noch andere Cautelen, über deren Berechtigung Zweifel bestehen.

Aber selbst nach Beseitigung jeder Ungenauigkeit der Methode würde die Pylorusschleimhaut zu solchen Studien sich weniger empfehlen, seit die Beobachtungen von Klemensievicz [1]) derselben einen ganz anderen physiologischen Charakter verliehen haben. Nach Klemensievicz zeigt der Succus pyloricus alkalische Reaction, verwandelt Stärke in Zucker, verdaut Eiweiss, sobald Säure zugegeben wird, und löst die collagene Substanz der Sehnen. Die Eigenschaften des Pylorussaftes sind so mannichfaltig gegenüber jenen des eigentlichen Magensaftes, dass man darauf verzichten sollte, nach morphologischen Beziehungen zwischen Pylorus und Fundus betreffs der Pepsinbildung noch weiter zu suchen; denn die Pylorusschleimhaut an sich kann in der Frage nach den pepsinbildenden Zellen nur so lange ein geeignetes Objekt sein, als sie sich von der Fundusschleimhaut lediglich durch Pepsinmangel zu unterscheiden scheint.

Für die histologische Untersuchung erweisen sich die Alkoholpräparate vom Hundemagen sehr günstig und es gelang eine Reihe brauchbarer Objecte, theils untingirt theils tingirt mit Lösungen von Carmin, Anilinblau oder Hämatoxylin herzustellen.

Im Allgemeinen differirt nicht der Befund mit dem in der Voruntersuchung vom Kaninchenmagen notirten Bilde. Die Drüsen zeigen sich, wohl entsprechend den Grössenverhältnissen der Schleimhaut, etwas kleiner, jedoch vollkommen entwickelt. In den ersten Tagen erscheinen sie auch am gefütterten Magen noch schlank, da die Belegzellen im Drüsenkörper die membrana propria zu den bekannten Buckeln wenig oder gar nicht hervorwölben. Erst am fünf Tage alten Magen wird diese Erscheinung nicht mehr vermisst, wenn sie auch zu dieser Zeit noch nicht durchgehends jenen Grad erreicht hat, in welchem man die Belegzellen des in Verdauung begriffenen erwachsenen Thieres so prägnant hervortreten sieht. Jedoch sind selbst an den jüngsten Objecten die Belegzellen in jenen Drüsenabschnitten, wo sie vereinzelt auftreten, gegenüber den

1) Wiener akadem. Bericht vom 18. März 1875.

Hauptzellen nicht zu verkennen, von welchen sie sich besonders durch ihr verschiedenes Verhalten nach der Tinction leicht unterscheiden lassen. Unterschiede in den verschiedenen Altersstufen bezüglich der Trübung des Inhalts kommen an den Belegzellen zwar mitunter zur Wahrnehmung, jedoch zu vereinzelt, als dass denselben eine Bedeutung beizulegen wäre. Allgemein unverkennbar ist nur die Volumszunahme dieser Zellenform am fünf Tage alten Magen.

In den Hauptzellen macht sich zwischen dem Magen im nüchternen und gefütterten Zustande und zwischen den Magen mit und ohne Pepsin eine allgemeine Veränderung nicht geltend; nur mitunter bekam ich den Eindruck, als ob sie noch vor der stärkeren Entwickelung der Belegzellen voluminöser geworden wären, ohne dass an ihrem Inhalte eine merkliche Veränderung auffiel. —

Wenn ich auch, wie schon oben bemerkt wurde, fühle, dass die histologische Seite meines Themas noch weiterer Beobachtungen bedarf, so ist für mich doch schon ausser Frage, dass die Belegzellen im Magen des neugeborenen Hundes die membrana propria nur wenig oder gar nicht hervorwölben, so lange die Pepsinproduktion noch eine minimale ist [1]).

Es würde voreilig sein, in dieser Erscheinung einen Beweis für die Annahme der Pepsinbildung in den Belegzellen erblicken zu wollen, bevor das Verhalten der Hauptzellen einer eingehenderen Untersuchung unterworfen und entschieden ist, dass die Produktion der Säure in der Schleimhaut des neugeborenen Magens sich schon zu einer Zeit in vollem Gange befindet, in welcher die Pepsinbildung noch darniederliegt. Hammarsten (l. c. CXXI) hat in dem Magen des neugeborenen Hundes „weder Pepsin noch Lab in merklichen Mengen" nachweisen können und schliesst daher aus der fast augenblicklich eintretenden Gerinnung, welche die Milch beim Eintritt in den Magen erfährt und aus der stark saueren Reaction des Mageninhaltes, dass „von den Drüsenzellen nur Säure, aber kein Pepsin abgesondert wird".

1) Es erinnert dieses Verhalten an den Befund bei winterschlafenden Fledermäusen. (Rollet.)

Die Bewegungsempfindung.

Von

K. Vierordt.

Bei dem, nicht bloss für die Sinnesphysiologie so bedeutungsvoll gewordenen Streit der empiristischen und nativistischen Ansichten sind die Bedingungen, welche unserer sinnlichen Auffassung der Bewegungszustände zu Grunde liegen, bis jetzt nicht, oder nur sehr beiläufig, als direkte Beweismittel benützt worden. Dass die bewegten Dinge der Aussenwelt in uns unter allen Umständen zunächst nur Bewegungsempfindungen hervorrufen, wie der Nativismus consequenterweise verlangen müsste — ist von den Vertretern desselben offenbar deshalb bis jetzt noch nicht behauptet worden, weil keine positiven Erfahrungsbeweise für eine derartige Aufstellung beigebracht werden konnten.

Mach hat seine Untersuchungen über die Empfindungen, welche wir beim activen oder passiven Bewegtsein unseres Körpers haben, unter dem Titel „Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen" (Prag 1875) veröffentlicht, doch bezieht sich der Inhalt dieser vorzüglichen Arbeit ausschliesslich auf die Bewegungsempfindungen unseres eigenen Körpers, also auf Phänomene, deren Charakter als „reine Empfindungen" auch die empiristische Theorie nicht absolut bestreiten wird. Die Existenz von Bewegungsempfindungen in der oben formulirten Auffassungsweise ist meines Wissens zuerst von Dr. S. Exner in einer den Verhandlungen der Wiener Akademie (Juliheft 1875) eingereihten Abhand-

lung „über das Sehen von Bewegungen und die Theorie des zusammengesetzten Auges“ behauptet worden. Auf Grund einiger Experimente im Gebiete des Sehsinns, hinsichtlich welcher ich auf jene Abhandlung verweise, stellt Exner den Satz auf, „dass das Erkennen einer Bewegung (eines Aussendinges) nicht, wie man bisher glauben musste, auf einer Wahrnehmung, sondern in gewissen Fällen auf unmittelbarer Empfindung beruhe.“

Exner war im vollen Recht, unter Hinweisung auf eine Stelle in meiner, vor 7 Jahren erschienenen Schrift über den Zeitsinn, mich als Anhänger der empiristischen Theorie zu betrachten; eine reifliche Ueberlegung und, wie ich glaube, vorurtheilslose Analyse des Thatsächlichen, das ich möglichst zu erweitern und zu vermehren bestrebt gewesen bin, führte mich allmälig zur gegentheiligen Ansicht und zwar mit Consequenzen, die viel weiter gehen, als die bisherigen Anschauungen des Nativismus. Ich habe seit einigen Jahren in meinen Vorlesungen die Essentialität der Bewegungsempfindungen nachzuweisen gesucht und werde in den nachfolgenden Erörterungen den Beweis anstreben, dass die Raumsinnsorgane (Cutis und Auge) uns von den bewegten Objecten zunächst immer nur Bewegungsempfindungen verschaffen.

Auf die bisher übliche Erklärung des Zustandekommens unserer „Wahrnehmung“ der Bewegungen brauche ich nur kurz einzugehen. Man setzt bekanntlich für die Wahrnehmung des bewegten oder ruhenden Zustandes sowohl der Aussendinge als des eigenen Leibes nicht bloss die Kenntniss der Zeit und des Raumes als allmälig erworben voraus — eine Kenntniss, die den geschulten Sinnen selbstverständlich nicht bestritten werden kann und die sie auch vielfach in Anwendung bringen — sondern man fusst auch bei allen einzelnen Erklärungsversuchen in breitester und ausgiebigster Weise eben auf dieser erworbenen Kenntniss. Zur „Wahrnehmung“ beider Zustände, der Bewegung und der Ruhe, soll nämlich jeweils die verhältnissmässig verwickelte psychische Operation eines „Schlusses“ erforderlich sein, der zu der Ueberzeugung führe, dass das räumliche Verhältniss des Empfindenden zum Object sich geändert habe oder unverändert geblieben sei.

Die „Seele" ist dabei mit ihren complexen Eigenschaften nicht bloss als gegeben angenommen, sondern es werden auch die für die fraglichen Wahrnehmungen angeblich erforderlichen Erfahrungen als unbedingt nothwendig vorausgesetzt. Untersuchungen, wie die Seele nach und nach zur Kenntniss und Unterscheidung ihrer selbst, sowie des Aeussern und überhaupt des Zeitlichen und des Räumlichen gelangt, sind für jenen Standpunkt nicht nothwendig, oder, wenn sie unternommen werden, so helfen sie nicht weiter, um einen Einblick in die wirklichen Beziehungen der seelischen Vorgänge zu den Sinnesverrichtungen gewinnen und den Uebergang zwischen der unerfahrenen zur erfahrenen Sinnlichkeit vermitteln zu können.

Da wir die Dinge häufig so rasch, so augenblicklich als bewegt erkennen, dass ein bewusster Schluss in dieser minimalen Zeit gar nicht zu Stande kommen kann, und wir überhaupt derlei Ueberlegungen nur ausnahmsweise mit Absicht anstellen, so hilft man sich mit der Annahme, alle diese psychischen Akte gingen so schnell oder gewohnheitsmässig von Statten, dass sie gar nicht ins Bewusstsein fallen müssten, um gleichwohl die geforderten Wahrnehmungen zu vermitteln. Viel vorsichtiger drückt sich diesen „unbewussten Schlüssen" gegenüber Helmholtz aus, wenn er sagt: „sie sind in ihrem Resultate einem Schlusse gleich." Mit der so beliebten Annahme unbewusster Schlüsse verzichtet man aber auf jede weiteren, auf den Boden des einmal eingenommenen psychologischen Standpunktes etwa möglichen Erklärungsversuche.

Wenn der Physiker die Bewegung als Ortsveränderung eines Körpers definirt, so weiss die, unter den Psychologen und Physiologen herkömmliche empiristische Erklärungsweise, wenn wir die, oft sehr gewählten Ausdrücke auf die einfachste, weil in solchen Dingen immer beste, Form reduciren, über das wirkliche Zustandekommen unserer Bewegungsanschauungen im Grunde doch nichts anderes auszusagen, als dass eben das Subject in Stand gesetzt sei, die Ortsveränderung in sein Bewusstsein zu bringen. Wenn man z. B. die Bewegungswahrnehmung mittelst des Sehsinnes dadurch erklären will, dass wir entweder die Ortsveränderung des Netzhautbildchens (um den kürzesten Ausdruck zu wählen) auf einen in Bewegung begriffenen Gegenstand beziehen, weil wir das Bewusstsein der

Ruhelage unseres Auges haben, oder dass wir im Bewusstsein unserer eigenen Augenbewegung beim fortwährenden Fixiren eines, sein Retinabild nicht verändernden, bewegten Objectes auf dessen reelle Bewegung schliessen, so sind damit doch offenbar nur die äusseren Umstände präcisirt, gewissermassen die Versuchsbedingungen, unter welchen eine derartige Anschauung überhaupt geschehen kann, keineswegs aber die dabei wirklich stattfindenden subjectiven Vorgänge. Diese Auffassungsweise, die man unbedenklich, aber mit Unrecht, als die „psychologische" bezeichnen will, ist also in ihrem ganzen Wesen doch nichts anderes, als die an sich richtige Formulirung des objectiven äusseren Hergangs innerhalb der Sinnesreize selbst; eine psychologische ist sie aber durchaus nicht, sondern geradezu das Gegentheil einer solchen, da sie kein Bedürfniss fühlt, über die bloss äusserlichen Zuständlichkeiten hinauszugehen und die subjective Antheilnahme des Empfindenden in den Bereich ihrer Erwägungen zu ziehen.

Wir sind in diesen Fragen ausschliesslich auf die Analyse unserer, durch lange Uebung und Erfahrung berichtigten und abgeänderten, sinnlichen Operationen angewiesen; eine solche Analyse bietet aber keine geringen — manchmal allerdings selbstgeschaffene — Schwierigkeiten, wenn es sich um die Unterscheidung dessen handelt, was der Empfindung als solcher zukommt und desshalb als angeborene und nicht weiter erklärbare Qualität unserer Sinnlichkeit betrachtet werden muss, gegenüber dem, was die Auslegung, eben auf Grund der angesammelten Erfahrungen über die Eigenschaften der Körperwelt, allmälig hinzugefügt hat.

Immerhin gibt es Thatsachen, sowie unverfängliche, gänzlich unpräjudicielle Principien, welche uns hier zu Gebote stehen und die begründete Aussicht eröffnen, dass wir selbst scheinbar mehrdeutigen Phänomenen gegenüber die Entscheidung nur in diesem, nicht aber in einem anderen Sinne zu treffen haben.

Das erste, völlig unanfechtbare und in vielen Fällen durchaus entscheidende Princip hat Helmholtz aufgestellt, wenn er (in seiner physiologischen Optik, S. 438) sagt: „nichts kann in unseren Sinneswahrnehmungen als Empfindung anerkannt werden, was durch Momente, die nachweisbar die Erfahrung gegeben hat, im

Anschauungsbilde überwunden und in sein Gegentheil verkehrt werden kann. Was also durch Erfahrungsmomente überwunden werden kann, werden wir selbst als Produkt der Erfahrung und Einübung zu betrachten haben." Der gewichtige Vertreter der empiristischen Theorie fügt aber diesen Worten leider hinzu: „Dagegen folgt nicht, dass Anschauungen, die gegen unsere bessere bewusste Einsicht Stand halten und uns als Sinnestäuschungen stehen bleiben, nicht doch auf Erfahrung und Einübung beruhen könnten". Ich muss durchaus bestreiten, dass an sich falsche sinnliche Bewegungsimpressionen, die „gegen unsere bessere Einsicht Stand halten", wiederum als Produkte der Einübung und Erfahrung betrachtet werden dürfen. Wollten wir so verfahren, so würden wir das eigentliche Wesen des Erfahrungsmomentes in Abrede stellen, dem wir ja gerade die Rectification vieler sinnlichen Eindrücke zu verdanken haben. Wenn wir sinnliche „Anschauungen", die trotz unserer gegentheiligen Ueberzeugung des wahren Sachverhaltes einfach als Sinnestäuschung, also gewissermassen als Ausnahmen von der Regel betrachten, so ist damit nichts gewonnen. Im Gegentheil, diese Täuschungen stehen, wie an später zu erörternden Beispielen besser nachgewiesen werden kann, in allerengstem Zusammenhang mit unseren sinnlichen Operationen überhaupt; ja noch mehr, sie erscheinen in vielen Fällen, bei näherer Erwägung, nicht etwa, wie man herkömmlicherweise will, als Ausnahmen, sondern geradezu als die Regel. Sie sind die untrüglichen Residuen dessen, was unseren ursprünglichen Sinnesempfindungen, ehe wir Ueberlegungen u. dergl. an dieselben anknüpften, von Anfang an eigenthümlich war.

Als zweites Princip stelle ich Folgendes auf: Das Zustandekommen der normalen, objektiven Empfindungen ist an bestimmte Bedingungen, namentlich an die, im Organisationsplan vorhergesehene Erregung der peripheren Enden der Sinnesnerven durch die zutreffenden Reize gebunden. Erfahrungsmomente können nur dann bei einer concreten Empfindung sich geltend machen, wenn jene normalen Bedingungen der Sinnesthätigkeit gegeben sind. Entstehen aber Empfindungen unter abweichenden Bedingungen, z. B. bei Reizung des Nerven in seinem Verlaufe, so erscheint die Annahme

einer Mitwirkung der bei dem gewöhnlichen Gebrauch der Sinne gewonnenen Erfahrungen zum Mindesten als eine sehr zweifelhafte. Wenn z. B. ein Hautnerve in seinem Verlauf gedrückt wird, so haben wir bekanntlich die Empfindung nicht an der Druckstelle selbst, sondern in dem Hautbezirk, in welchem der Nerv sich verzweigt. Die nativistische Theorie muss diese Erscheinung von der angeborenen Fähigkeit unserer Sinnlichkeit ableiten, dass jede Empfindung, als solche, zugleich einen räumlichen Inhalt hat und demnach irgendwo lokalisirt ist. Demnach würden sämmtliche Erregungen einer sensiblen Nervenfaser, gleichgültig an welcher Stelle ihres Verlaufes, Empfindungen an einem und demselben Orte auslösen. Man könnte allerdings den Einwand machen, wir hätten bei den normalen, peripheren Erregungen eines Cutisnerven die Erfahrung gemacht, dass der Nervenreiz immer einen bestimmten Hautbezirk treffe; auf Grund eben dieser Erfahrung seien wir gezwungen, jedwede sonstige Erregung der Nervenfaser in ihrem Verlauf jedesmal auf diejenige Hautstelle zu beziehen, wo die normalen Erregungen wirklich vor sich gehen. Nach meinem Dafürhalten wäre ein solcher Einwand gezwungen und nicht berechtigt und die oben formulirte nativistische Auffassung die natürliche und allein zulässige. Eine positive Widerlegung dieses Einwandes gibt aber ein drittes Princip, das wir jetzt erörtern wollen.

Viele Gemeingefühle der inneren Organe treten nur ausnahmsweis, in Krankheiten oder doch unter solchen Umständen auf, dass der Empfindende auch nicht die geringste Einsicht in ihre Entstehungsbedingungen erhält. Hier fehlt also alles Erfahrungsmaterial vollständig; demnach müssen sämmtliche Attribute dieser Gefühle auf angeborenen Eigenschaften beruhen. Nehmen wir die hochgestellten, mit unseren Raumanschauungen innig zusammhängenden Muskelgefühle aus, so fehlt uns bei der Mehrzahl der übrigen Gemeingefühle jedwedes Hilfsmittel, welches über den Ort oder die Beschaffenheit des die Empfindung veranlassenden Reizes Aufschluss geben könnte. Sie gehören demnach zu den reinen, durch keine Erfahrungsmomente unterstützten oder berichtigten, nicht weiter auslegbaren Sensationen. Da sie lokalisirt sind, wenn auch nur mit geringer Deutlichkeit, in Vergleich zu den objektiven Empfindungen,

so müssen wir anerkennen, dass das Lokalisirtsein eine angeborene Qualität der Empfindungen überhaupt ist. Diesen Gefühlen gegenüber kann der bei Erörterung unseres zweiten Principes besprochene Einwand unmöglich gemacht werden. Es wäre oberflächlich, wenn man auch diesen Phänomenen entgegenhalten würde, wir hätten die Erfahrung gemacht, dass sämmtliche objektive Empfindungen auf einen bestimmten Reiz im Raume bezogen werden müssen und seien bloss desshalb gezwungen, auch den ungewohntesten Gemeingefühlen einen bestimmten Ort in unserem Körper anzuweisen. Von diesem Standpunkt aus wäre nicht abzusehen, warum der mit einer Nierenentzündung verbundene Schmerz in der betreffenden Körperregion, nicht aber ganz anderswo lokalisirt ist.

Kein Vertreter der empiristischen Theorie ist gegen den Nativismus gerechter gewesen, als Helmholtz, der kein Bedenken trug, in seiner physiologischen Optik (S. 441) sich zu äussern: „ich erkenne an, dass bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft eine Widerlegung der nativistischen Theorie nicht möglich ist; ich selbst bevorzuge die entgegengesetzte Ansicht, weil die nativistische Theorie meines Erachtens eine nicht nothwendige Hypothese einführt“ u. s. w. Seien wir darauf bedacht, den Streit dem Bereiche der Meinungen und Hypothesen möglichst zu entrücken und Thatsachen in immer grösserer Zahl ausfindig zu machen, die, an der Hand einleuchtender und natürlicher, von der Hypothese unabhängiger Principien, nur so gedeutet werden können und nicht anders. Diese Thatsachen liegen aber, wenn sie als Beweismittel gelten sollen, vorerst noch fast ausnahmslos auf dem Gebiete der sogenannten Sinnestäuschungen, deren engster Zusammenhang mit unserem gesammten Sinnesleben bisher so wenig gewürdigt worden ist, dass man, wie schon oben angedeutet, vielfach das als Ausnahme bezeichnet hat, was — wie ich jetzt nachzuweisen bemüht sein werde — geradezu als Regel betrachtet werden muss. Ich knüpfe zunächst an eine bisher übersehene Raumsinnestäuschung der Haut an, welche ich in §. 305 der vierten Auflage meiner Physiologie — ohne weitere Consequenzen aus derselben zu ziehen — mit wenigen Worten zur Sprache gebracht habe und die zahlreiche Variationen der Versuchsbedingungen in sich schliesst. Betrachten

wir zuerst die normalen Bewegungsgemeingefühle des ruhenden Körpers. Wenn ein fremder Gegenstand, z. B. das dünne Ende eines Stäbchens längs einer vollkommen ruhig bleibenden Hautstrecke bewegt wird, so haben wir nicht bloss die Empfindung des bewegten Objektes und seiner Bewegungsrichtung, sondern auch das Gefühl der entgegengesetzt gerichteten Bewegung des afficirten eigenen Körpertheiles. Dieses Gefühl ist am deutlichsten an den ausgestreckten Fingern, wenn die Berührungen in einer zur Längsaxe des Fingers senkrechten Richtung, also z. B. von der Beuge- zur Streckseite, und umgekehrt erfolgen. Es kann übrigens an jeder Stelle der Gliedmaassen, an peripheren viel deutlicher, als an dem Rumpf näher liegenden hervorgerufen werden. Nicht, oder nur spurweis ist es vorhanden, wenn die fortlaufenden Berührungen in der Längsrichtung des Gliedes oder an dem auf einer Unterlage ruhenden Glied oder endlich an der Kopf- oder Rumpfhaut gemacht werden. In letzteren Fällen werden offenbar die zahlreichen übrigen lokalisirten Gemeingefühle, resp. deren Resultante, das Gesammtgemeingefühl des Theiles, durch die viel minder zahlreichen Empfindungen der von dem bewegten fremden Körper getroffenen Hautstellen nicht gestört; jene Ortsgefühle schlagen vor, dass ein Bewegungsgefühl des ganzen Körpertheiles nicht zu Stande kommen kann.

Diese Bewegungsgemeingefühle ruhender Körpertheile sind bei sehr verschiedenen Geschwindigkeiten des über die Haut bewegten Gegenstandes vorhanden; erst jenseits einer bestimmten grösseren Geschwindigkeit des letzteren verschwindet die Täuschung, indem wir den afficirten Körpertheil als vollkommen ruhig empfinden. Ersetzen wir das Stäbchen durch einen eigenen Körpertheil, z. B. eine Fingerspitze der andern Hand, so tritt die Bewegungstäuschung des ruhenden Fingers ebenfalls mit aller Deutlichkeit ein.

Diese Versuche können auf das Mannigfaltigste variirt werden. Entfernen wir, bei gespreizten Fingern, einen Finger von seinem ruhig bleibenden Nachbarn, so kommt uns auch letzterer als bewegt vor und zwar in einer Richtung, die derjenigen des bewegten Fingers entgegengesetzt ist. Nähern wir umgekehrt einen Finger seinem ruhig bleibenden Nachbarn, so haben wir das Gefühl des

Entgegenkommens des letzteren. Es versteht sich von selbst, dass der dominirende Sehsinn diese Täuschungen unterdrückt.

Beim Sehen (des Erfahrenen) schlagen die Gemeingefühle, die mit der jeweiligen Lage des ganzen Körpers und seiner Einzeltheile verbunden sind, derartig vor, dass die gesehenen Bewegungen der Aussendinge gewöhnlich keine Bewegungsgemeingefühle unseres ruhenden Körpers hervorbringen. Letzteres tritt aber dann ein, wenn die Summe der Gesichtseindrücke seitens der bewegten Aussendinge, sehr gross, seitens der ruhig bleibenden Aussendinge aber sehr klein ist. Beim anhaltenden Betrachten eines schnell fliessenden breiten Wassers am besten von einer Brücke herab, so dass unser Sehfeld fast gänzlich von der Wasserfläche und nur einem kleinen Theil der Brücke eingenommen wird, haben wir bekanntlich das Gefühl der Bewegung unseres eigenen Körpers, wiederum entgegengesetzt der Richtung des bewegten Wassers, das uns ausserdem allmälig als ruhig erscheint. Analog ist die bekannte Täuschung des eigenen Bewegtseins beim Sitzen im stillstehenden Eisenbahnwagen, wenn ein Zug an uns vorbeifährt. Unser Bewegungsgefühl ist dann wiederum der Richtung des fremden Zuges entgegengesetzt, der uns wie das Wasser im vorigen Fall, als ruhig vorkommt. Alle diese Täuschungen können durch keinerlei Ueberlegung in das Gegentheil verwandelt werden; wir haben es also hier mit reinen Empfindungen, mit wirklichen Bewegungsempfindungen zu thun.

Gehen wir nunmehr zum umgekehrten Fall über, indem wir die mit unserer eigenen Bewegung verbundenen Bewegungsempfindungen ruhender Objekte betrachten.

Wird eine Hautstrecke aktiv oder passiv über einen ruhenden Gegenstand, z. B. das Ende eines dünnen Stäbchens, bewegt, so haben wir nicht bloss die Empfindung unserer eigenen Bewegung, sondern auch die der entgegengesetzten Bewegung des ruhenden Objektes. Letztere ist sehr viel deutlicher als die umgekehrte, die wir oben erörtert haben; sie kommt ausserdem an jeder Hautstelle vor. Die Empfindung ist bei jedem Aufmerksamkeitsgrade vorhanden, den wir zugleich der Bewegung des eigenen Körpertheiles zuwenden. Rotiren wir den Kopf um seine Verticalaxe, während die Stirn von einem ruhenden Stäbchen (oder unserem eigenen

ruhenden Finger) berührt wird, so kommt uns das Stäbchen aufs Deutlichste als in entgegengesetzter Richtung bewegt vor. Erst jenseits einer gewissen, von den einzelnen Cutisterritorien abhängigen, Geschwindigkeit unserer eigenen Bewegung hört die Scheinbewegung auf. Sehr deutlich und allbekannt sind diese Empfindungen im Gebiete des Sehsinnes; bei der aktiven oder passiven Bewegung unseres eigenen Körpers haben wir immer die Empfindung einer entgegengesetzten Bewegung der seitlich oder auch der über uns oder auf dem Boden liegenden ruhenden Objekte. Die Scheinbewegungen der seitlichen Dinge sind am deutlichsten, wegen der bekannten Verschiebung derselben gegen den Hintergrund. Die herkömmlichen Erklärungsversuche dieser ganz generellen Empfindungsphänomene sagen wohl „wir übertragen unsere eigene Bewegung durch falschen Schluss auf den ruhenden Körper“ oder „wir vergessen unsere eigene Bewegung und sind desshalb gezwungen, den ruhenden Körper für bewegt zu halten“ u. s. w. In Wahrheit aber vergessen wir unsere eigene Bewegung nicht oder sind doch in jedem Augenblick im Stande, dieselbe ins volle Bewusstsein zu bringen, ohne dass die „Täuschung“ aufhört. Also muss auch diese zahlreiche Klasse von Impressionen auf wirkliche „Bewegungsempfindungen“ bezogen werden, die wir mit aller Ueberlegung nicht beseitigen oder in das Gegentheil verkehren können, da unter den vorhandenen Bedingungen unser Sehsinn in einer anderen Form gar nicht funktioniren kann.

Versuchen wir uns Rechenschaft zu geben über den sensorischen Inhalt der Bewegungsempfindungen, so tritt uns vor Allem der grosse Unterschied desselben von dem Empfindungsinhalt einer specifischen Sensation entgegen. Wenn der Inhalt der specifischen Empfindungen, die nach Helmholtz's treffender Bezeichnungsweise bloss bequeme Merkzeichen, passende Symbole für gewisse äussere Zustände und Ereignisse sind, mit der Natur und Beschaffenheit des empfindungserregenden Reizes in keiner Weise verglichen werden kann, so entspricht der sensorische Inhalt der Bewegungsempfindungen unseres eigenen Körpers den objektiven Zuständen in so fern vollständig, als die Empfindung — die ja an sich immer lokalisirt sein muss — in jedem Augenblick in einen

in der Bewegungsrichtung liegenden, von dem bewegten Körpertheil noch nicht eingenommenen, Ort verlegt wird. Dieses Verlegen ist aber nicht nothwendig ein ausschliesslicher Akt des Vorstellens, sondern die einfache Folge der Zustände der Tast- und Muskelnerven des bewegten Theiles und ihrer Centren. Drückt nämlich ein Körpertheil gegen einen anderen Körpertheil oder einen fremden Gegenstand, so „tastet" der drückende Theil den Gegenstand, d. h. er empfindet denselben und zwar nicht bloss (gewissermassen indirekt) an seiner Hautoberfläche, sondern direkt insofern die Empfindung in den Raum verlegt wird, wo der betastete Körper sich wirklich befindet. Die Innervation, welche die Muskeln eines tastenden Körpertheiles gegen den äusseren, Widerstand leistenden Gegenstand drückt, würde, wenn letzterer nicht vorhanden wäre, den Körpertheil bewegen und von beständigen Projektionen der ihm zukommenden Gemeingefühle in die Bewegungsrichtung begleitet sein. Wir haben demnach zu unterscheiden: 1) Das ausschliessliche Lokalisirtsein der Empfindungen im empfindenden Theil, wenn dieser ruhig verharrt; 2) das Verlegen der Empfindung ausserhalb des empfindenden Theiles und zwar a) in das, keine nennenswerthen Widerstände bietende, den Körper umgebende Medium bei ungehemmter Bewegung oder b) in den Gegenstand selbst, welcher der Bewegung grössere oder geringere Widerstände bietet. Die Empfindung wird somit in beiden Fällen in die Richtung der Muskelwirkung verlegt.

Die nativistische Theorie müsste unannehmbar erscheinen, wenn damit wirklich gemeint werden wollte, dass die Kenntniss des objektiven Raumes und der Zeit von Anfang an als eine fertige gegeben sei, dass also das Verlegen gewisser Empfindungen in den äusseren Raum von der von vorneherein vorhandenen „Vorstellung eines äusseren Raumes" bedingt sei. Angeboren ist zunächst bloss das Nichtzusammenfliessen, das Nebeneinanderbestehen der Empfindungen, also der allgemein räumliche Charakter derselben. Ihre genauere Lokalisirung, die Unterscheidung der dem Körper angehörenden Gemeingefühle und der von Aussendingen veranlassten Empfindungen ist ausschliesslich Aufgabe der Erfahrung. Ich glaube nachgewiesen zu haben: 1) dass auch die räumlichen „An-

schauungen der Erwachsenen mit entsprechenden räumlichen Empfindungen verbunden sind; 2) dass mit den mannigfaltigen Bewegungszuständen des eigenen Körpers Empfindungen verbunden sind, denen die unzweideutigen Attribute der reinen Empfindung zukommen und, dass 3) im Conflikt mit der Aussenwelt, einerseits bewegte Aussendinge im ruhenden Körper die Empfindungen des eigenen Bewegtseins veranlassen und andererseits der bewegte Körper ruhende Aussendinge als bewegt empfindet und nothwendig empfinden muss. Alle diese Vorgänge sind mit dem positiven und unzweideutigen Charakter der reinen Empfindung versehen, da sie von jeder weiteren Ueberlegung vollkommen unabhängig sind.

Die empiristische Theorie nimmt für diese Erscheinungen mit Unrecht Erfahrungsmomente und Urtheilsakte schon da an, wo der psychische Prozess noch im Bereich des primären, reinen Empfindungsvorganges sich bewegt und will die oben besprochenen, sowie zahlreiche sonstige sog. Sinnestäuschungen von falschen Urtheilen ableiten, obschon dem Empfindenden nachweislich alle Bedingungen zur richtigen Abgabe des Urtheiles zu Gebot stehen. Diese, gewöhnlich als Ausnahmen bezeichneten „Täuschungen" sind so häufig, dass sie nicht nur als die Regel gelten, sondern auch, weil sie durch Ueberlegung und Erfahrungsmomente nicht zu beseitigen sind, als dem eigentlichen Empfindungsinhalt angehörig betrachtet werden müssen.

Die oben besprochenen Bewegungstäuschungen geben uns brauchbare Anhaltspunkte sowohl zur Beurtheilung des rein sinnlichen Elementes, des Empfindungsantheils bei unseren wirklichen Bewegungs-„Wahrnehmungen", als auch zu, nicht bloss hypothetischen Vorstellungen, wie das kleine Kind, wie das Thier (das doch wahrlich keine Schlüsse — nicht einmal unbewusste! — machen kann) die Bewegungszustände auffasst. Es ist in hohem Grade bedeutungsvoll, dass nicht bloss das bewegte Aussending Bewegungsempfindungen unseres ruhenden Körpers veranlasst, sondern auch unser bewegter Körper das äussere Ruhende als bewegt empfindet. Dass diesen Phänomenen wirklich die Charaktere der „Empfindung" zukommen, glaube ich bewiesen zu haben. Wir nennen sie Täuschungen; ich habe sie Residuen unseres ursprünglichen Empfindungs-

zustandes genannt, die bei der ersten Erziehung unserer Sinne ohne Zweifel sehr viel häufiger als später vorkommen. Was sie später sind: Täuschungen, das sind sie anfangs nicht, denn der Intellect ist in der ersten Lebenszeit nicht vorhanden, der „getäuscht" werden könnte. Es kann offenbar zunächst nur darauf ankommen, dass das Bewegte im kleinen Kinde, das zu jedem Schluss unfähig ist, ein Merkzeichen setze, eine Bewegungsempfindung. Das aber ist in keiner anderen Form möglich, als in der Empfindung des Bewegtseins des vom bewegten Aussending afficirten ruhenden Körpertheiles. Wenn im Erfahrenen nur periphere Körpertheile, oder der Sehsinn nur unter den oben erwähnten Bedingungen, derlei Bewegungstäuschungen vermitteln können, so mussten wir das davon ableiten, dass die Totalität der lokalisirten Sensationen und Gemeingefühle zusammengefasst und in gegenseitige Beziehungen gebracht werden; in der allerersten Lebenszeit kann von solchen wechselseitigen Influirungen der verschiedenen Empfindungen die Rede noch nicht sein. Jene Psyche minima, jenes Seelenrudiment, das die Empfindungen auf sich beziehen könnte, jene „einheitliche" Seele — die man ausdrücklich oder gewöhnlich stillschweigend annimmt — ist unmöglich schon von Anfang an gegeben; sie entsteht erst allmälig und die Geschichte ihrer Entstehung ist eben die der, auf den Empfindungen beruhenden, Ausbildung unseres Bewusstseins. Wenn nun die Empfindungen unserer ersten Lebenszeit mehr isolirt für sich vorhanden sind, um erst allmälig zusammengefasst zu werden, so hat die Vorstellung nichts gegen sich, dass ursprünglich jede dem Raumsinnsgebiet angehörige Empfindung in Form von Bewegung und zwar des afficirten Körpertheils selbst, auftritt, wenn sie durch ein bewegtes Aeusseres hervorgebracht wird. Wir stehen somit vor dem, in eine einfachere Form gebrachten Problem, durch welche Hilfsmittel lernt das kleine Kind diese Bewegungsempfindungen allmälig richtig deuten und wie vermag es, die Empfindungen ruhender Aussendinge, die ihm unter Umständen ebenfalls als bewegte erscheinen, nach und nach auszulegen, resp. zu corrigiren.

Ich wollte hier nur die Bewegungs*empfindungen* kurz betrachten; die nähere Ausführung, wie die Bewegungsempfindungen allmälig richtig gedeutet und objektiv zurecht gelegt werden, würde

mich zu weit führen. Nur möge die Bemerkung erlaubt sein, dass alle weiteren, daran sich anreihenden Fragen über die Anfänge des sinnlichen Vorstellens und des räumlichen Vorstellens insbesondere, sowie über die Anfänge der Willensbewegungen uns weniger Schwierigkeiten bereiten, wenn wir vom nativistischen Standpunkt an sie herantreten. Es gilt auch hier, wie E. Hering treffend bemerkt, der Physiologie ein weites und dankbares Gebiet wieder zu erwerben, welches sie, mit grossem Unrecht der Psychologie überlassen hatte und das mit Aussicht auf reelle Erfolge bearbeitet werden kann, obschon uns — wie die wissenschaftliche Naturforschung, im Gegensatz zu dem undisciplinirten und oberflächlichen Materialismus unserer Tage, bereitwilligst einräumt — jede Einsicht in die Natur und Wesenheit der psychischen Vorgänge versagt ist.

Bewegungs- und Ruhegemeingefühle haben wir vielfach auch im Traume, wo wir bald die Empfindung einer absoluten, selbst peinlichen Regungslosigkeit, bald einer, unter Umständen selbst unnatürlich schnellen eigenen Bewegung haben können, offenbar in Folge gewisser Erregungszustände der Nervencentren, die in diesen Fällen in grellem Gegensatz stehen zu den gleichzeitigen Zuständen des übrigen Körpers. Gefühle der Art kommen, ebenfalls in völliger Unabhängigkeit von den sonstigen Körperzuständen, in den Anfällen des cerebralen Schwindels vor. Die allgemeine Norm der Sinnesphysiologie, dass wir durch äussere Reize immer nur solche Empfindungen haben können, welche, auch ohne Anwesenheit empfindungserregender äusserer Ursachen, durch innere Reizungen der Nerven oder der nervösen Empfindungscentren möglich sind, gilt also auch für die Bewegungsempfindungen. Es gibt demnach „subjektive“ Bewegungsgemeingefühle — im Gegensatz zu den, sit venia verbo, objektiven — d. h. solche, welche den objektiven Körperzuständen nicht entsprechen und von letzteren völlig unabhängig sind; sie sind weitere Beweise für die Existenz wirklicher Bewegungs- und Ruheempfindungen und zwar als reine Empfindungen im vollen Sinne des Wortes.

Unsere Sinnlichkeit ist durchweg an bestimmte, von vorneherein bestehende Empfindungsformen gebunden, von denen viele bestimmten Sinnesorganen ausschliesslich angehören, während andere

allen oder doch den meisten Sinnen gemeinsam sind. Nun und nimmermehr würden wir zur Anschauung und weiteren geistigen Auslegung des Zeitlichen und Räumlichen uns erheben können, wenn nicht die zeitlichen und räumlichen Zuständlichkeiten unseres eigenen Körpers, die Ruhe, sowie das aktive oder passive Bewegtsein desselben, mit bestimmten Empfindungen verbunden wären. Und genau in ähnlicher Weise verhält es sich mit unseren begrifflichen Vorstellungen dessen, was wir als Kraft bezeichnen, deren Zustandekommen die empiristische Theorie in keiner Weise befriedigend erklärt hat; denn auch dazu sind wir, wie so wenig bisher gewürdigt wurde, bloss desshalb befähigt, weil wir mit Muskeln ausgestattet sind, mittelst welchen wir — unter begleitenden Muskelgefühlen — mechanische Wirkungen nach Aussen oder auf den eigenen Körper übertragen können. Der Nativismus muss in vollstem Umfang und mit der Aussicht auf reichlichen weiteren Erfolg die Gültigkeit des alten Satzes anerkennen: *Nihil est in intellectu, quod non antea fuerit in sensu.*

Untersuchungen über die Hippursäurebildung im Körper des Herbivoren bei Verabreichung verschiedenartiger Futtermittel.

Ausgeführt auf der Versuchs-Station Proskau
unter Mitwirkung der Assistenten Dr. Kellner und R. Wienand

von

Dr. H. Weiske.
(Referent.)

Trotz vielfacher Untersuchungen, welche von verschiedenen Seiten über die Bildung und das Vorkommen der Hippursäure im Thierkörper angestellt worden sind, lässt sich auch gegenwärtig noch nicht mit Bestimmtheit angeben, an welchem Orte im Körper und aus welchen Stoffen die unter gewissen Verhältnissen im Harn theils in grösseren, theils in geringeren Mengen auftretende Hippursäure gebildet wird.

Nach Untersuchungen von Kühne und Hallwachs [1]) ist weder das Blut noch der Darm derjenige Ort, wo die Vereinigung von Benzoësäure mit Glycin zu Hippursäure stattfindet. Wurde benzoësaures Natrium in die Venen eines Hundes gebracht, so erschien Benzoësäure und keine Hippursäure im Harn; wurde dagegen Galle oder glycocholsaures Natrium oder Glycin zugleich mit dem benzoësauren Natrium injicirt, so schieden die Hunde reichlich Hippursäure im Harn aus. Da ausserdem Kühne [2]) im Harn Icterischer nach Einführung von Benzoësäure keine Hippursäure,

1) Archiv für pathol. Anatomie und Physiologie Bd. XII S. 386.
2) Archiv für pathol. Anatomie und Physiologie Bd. XIV S. 310.



sondern Benzoësäure fand, und sich ebenso bei Hunden nach Unterbindung des Ductus choledochus und Eingabe von Benzoësäure nur letztere und keine Hippursäure ausschied, so lag die Annahme nahe, dass die Hippursäure unter Vereinigung von Glycin mit Benzoësäure in der Leber gebildet werde und ganz besonders von der Gegenwart des Glycins abhängig sei.

Durch die Versuche Anderer fand die obige Annahme indess keine Bestätigung. So konnten u. A. Folwarzny, Schultzen, Neukomm, Huppert, Meissner und Shepard im Harn icterischer Personen mit vollständigem Verschluss des Ductus choledochus stets Hippursäure nachweisen, und Chase, welcher bei Hunden den Ductus choledochus unterband und benzoësaures Natrium in den Magen dieser Thiere brachte, fand in deren Harn reichliche Mengen von Hippursäure.

Meissner und Shepard [1]) konnten bei ihren Untersuchungen über das Entstehen der Hippursäure im thierischen Organismus, bei Kaninchen, welche vorher keine Hippursäure im Harn ausgeschieden hatten, diese Säure nach Einführung von hippursaurem Natrium in den Magen reichlich im Harn, dagegen nur in minimalen Mengen neben viel Benzoësäure im Blute nachweisen. Wurde dagegen hippursaures Natrium in das Blut injicirt, so fand sich hier nur Hippursäure und keine Benzoësäure vor, woraus Meissner und Shepard schliessen, dass die Hippursäure im Magen und Darm zum grössten Theil in Benzoësäure und Glycin zersetzt wird, und letztere beiden Körper sich erst später wieder zu Hippursäure vereinigen. Als Ort dieser Vereinigung nehmen Meissner und Shepard die Nieren an. Da auch in dem Blute normal ernährter Pflanzenfresser, welche im Harn reichlich Hippursäure ausschieden, diese Säure nicht nachgewiesen werden konnte und ausserdem selbst bei reichlicher Aufnahme von Benzoësäure und damit verbundener reichlicher Ausscheidung von Hippursäure letztere in den anderen Secreten z. B. im Speichel, Schweiss etc. niemals, wohl aber Spuren von Benzoësäure, resp. von Bernsteinsäure, von welcher Meissner

1) Untersuchungen über das Entstehen der Hippursäure im thierischen Organismus. Hannover 1866.

und Shepard annahmen, dass sie aus der eingeführten Benzoësäure durch Oxydation gebildet worden sei, nachgewiesen werden konnte, so scheint aus alle dem in der That hervorzugehen, dass die Vereinigung dieser beiden Stoffwechselproducte Glycin und Benzoësäure zu Hippursäure erst in den Nieren erfolgt.

Versuche, welche Kühne und Hallwachs anstellten, um Glycin resp. Galle und Benzoësäure ausserhalb des thierischen Organismus bei Körpertemperatur zu Hippursäure zu vereinigen, führten zu negativen Resultaten. Ebensowenig gelingt die Hippursäurebildung aus Glycin und Benzoësäure nach Zusatz von Glycerinauszügen der Leber oder Nieren frisch getödteter Kaninchen. Dagegen lässt sich bekanntlich die Hippursäure ausserhalb des Organismus auf synthetischem Wege durch Erhitzen von Glycin und Benzoësäure in zugeschmolzenen Röhren auf 160° bis 180° C, sowie durch Behandeln von Benzoylchlorür mit Glycinzink oder auch durch Einwirken von Chloressigsäure auf Benzamid darstellen.

Noch mannigfaltiger und dabei noch weniger entscheidend als die Resultate der Untersuchungen über den Bildungsort der Hippursäure im thierischen Organismus sind diejenigen über die Abstammung dieser Säure. Als zweifellos kann wohl angenommen werden, dass die Art der Nahrung hierbei von einem bestimmten Einfluss ist.

So fanden Duchek, Thudichum, sowie Harten übereinstimmend, die Hippursäureausscheidung im Harn des Menschen nach Genuss von Reine-Claudes vermehrt. Ferner gibt von Deen an, bei einem ausschliesslich mit Stärkemehlkleister gefütterten Hunde viel Hippursäure und keine Harnsäure im Harn desselben gefunden zu haben.

Nach Henneberg und Stohmann[1]) tritt im Rinderharn bei eiweissreicher Fütterung der Harnstoff, dagegen bei eiweissarmer die Hippursäure mehr hervor, doch bleibt unter allen Umständen der Harnstoff Hauptträger des Stickstoffes. Ausserdem aber gelangten Henneberg und Stohmann zu der Ueberzeugung, dass jede

1) Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer. Braunschweig 1860.

besondere Klasse von Rauhfutterstoffen eine specifische „Hippursäurebildungsfähigkeit“ besizt, und dass die Beigabe von leicht verdaulichen Substanzen (Bohnenschrot, Stärke, Zucker, Oel etc.) die Hippursäureausscheidung herabdrückt.

Nachdem somit das Vermögen der pflanzlichen Nahrungsmittel, die Hippursäureausscheidung zu beeinflussen, zweifellos war, kam es darauf an, diejenigen Bestandtheile der Pflanzen aufzufinden, welche die Hippursäurebildung im Organismus herbeiführen.

Das von Lautemann, Oehren u. A. in einzelnen Pflanzen beobachtete Vorkommen geringer Mengen von Chinasäure, welche nach Lautemann's, sowie Mattschersky's Untersuchungen in den Körper eingeführt den Hippursäuregehalt des Harns bei Menschen und Hunden vermehrt, dürfte mit der unter gewissen Verhältnissen in sehr bedeutender Menge im Harn auftretenden Hippursäure schwerlich im Zusammenhang stehen, zumal Hallwachs weder in den Futterkräutern, noch in den Gräsern Chinasäure oder dergleichen aufzufinden vermochte.

Auch die von Meissner und Shepard, sowie von Harten[1]) ausgesprochene Vermuthung, dass die in der sogenannten Rohfaser der Pflanzen enthaltene Cuticularsubstanz (oder nach Weismann das Lignin) als Muttersubstanz der Hippur- resp. Benzoësäure zu betrachten seien, muss als wenig wahrscheinlich angesehen werden, nachdem neuere Versuche gezeigt haben, dass nach Aufnahme gewisser, an Cellulose, Lignin und Cuticularsubstanz reicher Futtermittel wie z. B. nach Aufnahme von Heu und Stroh der Leguminosen, keine oder doch nur sehr geringe Mengen von Hippursäure zur Ausscheidung gelangen.

Von verschiedenen Seiten, so von Hallwachs, von Maack, Staedeler, ist ausserdem darauf hingewiesen worden, dass die zur Hippursäurebildung erforderliche Benzoësäure auch von Zersetzungsproducten der Eiweissstoffe herstammen könne, zumal ausserhalb des Organismus z. B. bei der Oxydation des Hühnereiweisses mittelst übermangansaurem Kalium sich ebenfalls nicht unbedeutende Mengen von Benzoësäure zu bilden vermögen.

---

1) Beitrag zur Kenntniss der Quellen der Hippursäure etc. Dorpat. 1867

Als feststehend kann in letzterer Beziehung wohl angenommen werden, dass geringe Mengen von Hippursäure auch bei ausschliesslich animalischer Nahrung im Harn vorkommen. So fand Weismann bei vollständigem Ausschluss von Pflanzenkost (Aufnahme von Fleisch, Eiern und Wasser) im Harne stets Hippursäure. Zu dem gleichen Resultat gelangte Meissner. Der Hippursäuregehalt des Menschenharns bei ausschliesslicher Fleischkost betrug hier 0.8 bis 1.0 Grm. pro Tag und derjenige des Hundeharns nach 17 tägiger Fleischfütterung 0.03 Grm.

Nicht unwahrscheinlich ist es daher, dass eine kleine Menge Hippursäure ebenso wie die Harnsäure normales, von der Art der Ernährung unabhängiges Stoffwechselproduct ist, wofür unter Anderem auch die von Schultzen gemachte Beobachtung spricht, dass der Harn eines seit 14 Tagen hungernden Mädchens mehr als gewöhnlich Hippursäure enthielt. Dagegen steht auch andererseits vollkommen fest, dass die Bildung des bei weitem grösseren Theiles dieser insbesondere im Harn der Pflanzenfresser in gewissen Fällen in sehr beträchtlichen Mengen vorkommenden Säure entschieden von der Ernährungsweise abhängig ist, da wir je nach Art des verabreichten Futters die Ausscheidung derselben im Harn beliebig steigern oder vermindern können.

Um weitere Beiträge zur Frage über die Hippursäurebildung im Organismus der Pflanzenfresser zu liefern, wurden von mir in Gemeinschaft mit den Assistenten Dr. O. Kellner und R. Wienand Versuche angestelllt, welche zunächst die Hippursäurebildungsfähigkeit einer Reihe verschiedener Futtermittel unter übrigens gleichen Verhältnissen und hierauf unter Beigabe verschiedener anderer Stoffe feststellen sollten. Gleichzeitig wurde bei diesen Versuchen in gewissen Fällen neben dem Hippursäuregehalt auch der Stickstoffgehalt des Harns bestimmt, um das Verhältniss des ersteren zum letzeren feststellen zu können.

Zur Erlangung brauchbarer Resultate, die einen Vergleich untereinander zuliessen, war es erforderlich, sämmtliche Versuchsreihen mit Thieren gleicher Art, Raçe und gleichen Alters anzustellen, da, wie es aus verschiedenen früher ausgeführten Versuchen mit Bestimmtheit angenommen werden dürfte, die verschiedenen

Arten der Pflanzenfresser sich gegen ein und dasselbe Futter in Bezug auf Hippursäureausscheidung sehr verschieden verhalten können. Da ausserdem alle bisher gebräuchlichen Hippursäurebestimmungsmethoden nicht absolut genaue Zahlen liefern, so war es weiter nothwendig, durchweg ein und dasselbe Verfahren bei Bestimmung der Hippursäure anzuwenden, um hierdurch wenigstens eine relative Uebereinstimmung in den einzelnen Resultaten zu erzielen.

In dieser Beziehung erschien die Bestimmung der Hippursäure nach dem Verfahren von Henneberg, Stohmann und Kühn umsomehr am zweckmässigsten als deren Zuverlässigkeit von Hofmeister[1]) speciell für Schafharn aufs neue bestätigt worden ist. Bekanntlich verfährt man bei dieser Hippursäurebestimmungsmethode der Art, dass von dem zu untersuchenden Harn 200 Cc. im Wasserbade bis auf 50 Cc. eingedampft und hierauf mit 20 Cc. concentrirter Salzsäure versetzt werden. Die nach 48 stündigem Stehen in der Kälte ausgeschiedene Hippursäure wird auf einem gewogenen Filter gesammelt, zunächst im Exsiccator und hierauf im Luftbad bei 90° C. getrocknet. Die Löslichkeit der Hippursäure findet dadurch Berücksichtigung, dass man für je 6 Cc. des hierbei erhaltenen Filtrates 0.01 Grm. Hippursäure als gelöst in Anrechnung bringt.

War aus dem concentrirten Harn nach Salzsäurezusatz und 48 stündigem Stehen keine Hippursäure, sondern nur etwas Farbstoff ausgeschieden, so wurde dieser gleichfalls filtrirt, ausgewaschen, getrocknet und sowohl microscopisch als auch in Bezug auf Acidität nochmals auf etwaiges Vorhandensein geringer Spuren von Hippursäure geprüft. Erst wenn auch hierbei durchaus negative Resultate erhalten worden waren, wurde angenommen, dass der betreffende Harn keine, oder doch nur ganz geringe Spuren von Hippursäure enthielt. Von sehr wässerigem Harn gelangten immer je 400 Cc. statt 200 Cc. zur Untersuchung. An einigen Tagen, an denen sehr wenig, aber sehr concentrirter Harn ausgeschieden worden war, konnten nur 2 × 100 Cc. desselben zur Hippursäurebestimmung ver-

1) Landwirthschaftliche Versuchs-Stationen. Bd. XIV. S. 458.

wendet werden. Ueberall, wo im Niederschlag neben Hippursäure auch das Vorhandensein von Benzoësäure etc. zu erwarten stand, geschah das Trocknen der Niederschläge bei einer 50° C. nicht übersteigenden Temperatur. Alle in den nachfolgenden Untersuchungen vorkommenden Zahlen sind das Mittel von 2 übereinstimmenden Bestimmungen.

Als wesentlich wurde schliesslich erachtet, bei sämmtlichen Versuchsperioden mit dem eigentlichen Versuche erst dann zu beginnen, nachdem die Versuchsthiere bereits mehrere Tage gleichmässig dasselbe Futter erhalten hatten, sowie die Untersuchung nicht nur auf einen Tag, oder auf die Entnahme einzelner Harnproben [1]) zu beschränken, sondern stets wenigstens 3 bis 4 Tage lang den innerhalb 24 Stunden entleerten Gesammtharn auf seinen Hippursäuregehalt zu untersuchen.

Ein zu geringes Beachten insbesondere des letzteren Umstandes dürfte nicht selten der Grund für die in der Literatur über Hippursäure vorkommenden bisweilen sehr widersprechenden Angaben sein.

Als Versuchsthiere dienten 2 ausgewachsene Hammel gleichen Alters und gleicher Raçe, welche sich in den für derartige Versuche eigens eingerichteten Henneberg-Stohmann'schen „Zwangsställen" befanden. Der innerhalb 24 Stunden entleerte Harn wurde in tarirten Flaschen mittelst Harntrichter von Gummi gesammelt,

Beide Versuchsthiere hatten bereits 4 Wochen hindurch gleichmässig pro Tag und Stück 2 Pfd. Wiesenheu ohne Kochsalzbeigabe erhalten und dieses Quantum regelmässig bis auf ganz geringe Reste aufgezehrt. Zunächst wurde jetzt bei beiden Thieren die bei obiger Fütterung im Harn zur Ausscheidung gelangende Hippursäure und Stickstoffmenge festgestellt, und hierbei die in nachstehender Tabelle aufgeführten Resultate erhalten:

---

[1]) Hofmeister hebt bei seinen Untersuchungen über Hippursäurebildung (a. a. O. S. 467) hervor, dass die zu verschiedenen Tageszeiten aufgefangenen Einzelproben des Schaf-Harns bei Kleeheufütterung bald Hippursäure enthielten, bald frei davon waren, so dass aus dem Hippursäuregehalt der Einzelproben niemals auf die Gesammtausscheidung dieser Säure geschlossen werden darf.

Hammel I.

Datum	Art der Fütterung	Wasser-consum	Harn			
			Menge	Spec.-Gew.	N	Hippurs.
11. März	2 Pfd. Wiesenheu pro Tag und Stück.	1080 Grm.	575 Cc.	1.066	8.76 Grm.	16.75 Grm.
12. „		1221 „	532 „	1.051	8.63 „	13.90 „
13. „		1021 „	528 „	1.065	9.20 „	15.85 „
14. „		1248 „	545 „	1.057	9.85 „	15.28 „
Mittel:		1143 Grm.	520 Cc.	1.060	9.11 Grm.	15.45 Grm.

Hammel II.

Datum	Art der Fütterung	Wasser-consum	Harn			
			Menge	Spec.-Gew.	N	Hippurs.
11. März	2 Pfd. Wiesenheu pro Tag und Stück.	—	1053 Cc.	1.032	10.35 Grm.	14.79 Grm.
12. „		—	745 „	1.046	9.75 „	16.43 „
13. „		—	870 „	1.032	9.57 „	16.37 „
14. „		—	612 „	1.061	9.54 „	16.69 „
Mittel:		—	820 Cc.	1.043	9.80 Grm.	16.07 Grm.

Aus obigen Zahlen geht zunächst hervor, dass im Organismus beider Versuchsthiere bei gleicher Fütterung auch nahezu die gleichen Hippursäuremengen zur Ausscheidung gelangten und zwar im Durchschnitt 15.76 Grm. Fast genau dieselbe Menge fand Hofmeister ebenfalls im Schafharn nach Aufnahme von 2 Pfd. Wiesenheu. Unter allen auf ihre Hippursäurebildungsfähigkeit später noch geprüften Futtermitteln ist diese bei ausschliesslicher Wiesenheufütterung beobachtete Hippursäureausscheidung bei Schafen die stärkste.

Frühere von mir in Gemeinschaft mit Dr. E. Wildt und Dr. O. Pfeiffer ausgeführte Versuche über Hippursäurebildung hatten ergeben, dass auch im Kaninchenharn die Menge der Hippursäure bei Wiesenheufütterung eine sehr bedeutende ist, dass diese Säure aber fast vollständig verschwindet, sobald man aus diesem Futter die demselben beigemengten Kräuter sorgfältig entfernt, so dass ausschliesslich die Blätter der Gräser übrig bleiben. Es dürfte hiernach den Anschein gewinnen, als ob die bei Wiesenheufütterung stets beobachtete starke Hippursäureausscheidung im Harn nicht vom Gras, sondern von den dem Grase beigemengten Kräutern herrührt. Versuche, welche nach dieser Richtung hin angestellt wurden, bestätigten dies. So zeigte sich z. B. bei Fütterung von Leontodon taraxacum, welches unter den Wiesengräsern in grösster Menge enthalten war, sehr beträchtliche Quantitäten von Hippursäure im Kaninchenharn.

Es wurden nämlich ausgeschieden:

Bei reiner Grasfütterung auf	1 Thl. N	im Harn	0.139	Grm.	Hippurs.
Bei Wiesengrasfütterung incl. Kräuter	„	„	1.556	„	„
Bei Fütterung mit Leontodon taraxacum	„	„	1.636	„	„

Nachdem durch obige Wiesenheufütterung für beide Versuchshammel das Vermögen, bei entsprechender Fütterung normale und gleichmässige Mengen von Hippursäure zu produciren, nachgewiesen worden war, erhielt Hammel I unmittelbar nach Schluss jener Periode zu dem früheren Wiesenheuquantum [1]) täglich 15 Grm. Kochsalz. Die Resultate gestalteten sich jetzt folgendermassen:

1) Das in den verschiedenen Perioden verfütterte Wiesenheu war stets von gleicher Qualität.

Hammel I.

Datum	Art der Fütterung	Wasser-consum	Harn			
			Menge	Spec.-Gew.	N	Hippurs.
15. März.	2 Pfd. Wiesen-heu + 15 Grm. NaCl	1339 Grm.	809 Cc.	1.058	9.67 Grm.	15.22 Grm.
16. „		1502 „	800 „	1.058	9.46 „	16.25 „
17. „		1927 „	849 „	1.057	9.00 „	16.55 „
18. „		1966 „	997 „	1.041	9.55 „	16.33 „
Mittel:		1684 Grm.	864 Cc.	1.054	9.42 Grm.	16.09 Grm.

In Folge der Beigabe von täglich 15 Grm. Kochsalz zu dem früheren Futter hatte sich also das Harnvolumen, sowie auch der Wasserconsum nicht unwesentlich vermehrt; ebenso hatte die zur Ausscheidung gelangte N- und Hippursäuremenge eine geringe Steigerung erfahren. Es findet demnach die von Grouven[1]) beim Rind gemachte Beobachtung, dass nach Kochsalzbeigabe zum Futter die Hippursäureausscheidung im Harn sehr bedeutend sinkt, hier keine Bestätigung.

Weiter sollte jetzt festgestellt werden, ob, event. in welchem Maasse die Beigabe von Cerealien- oder Leguminosenkörnern, sowie von geschälten Kartoffeln zum Wiesenheu die Hippursäurebildungsfähigkeit des letzteren vermindert. Es wurde daher in den 3 folgenden Perioden regelmässig nur 1 Pfd. Wiesenheu und daneben 1 Pd. Weizen- resp. Bohnenkörner oder 4 Pfd. frische geschälte Kartoffeln verabreicht, so dass auf 1 Thl. Wiesenheutrockensubstanz annährernd immer 1 Thl. Trockensubstanz des betreffenden Beifutters kommt.

Nachdem vor jeder einzelnen Periode eine Vorfütterung von 4 Tagen stattgefunden hatte, wurde mit dem Sammeln des Harns begonnen und bei dessen Untersuchung nachstehende Resultate erhalten:

1) Physiolog. chem. Fütterungsversuche. Berlin 1864.

Hammel I.

Datum	Art der Fütterung	Wasserconsum	Harn		
			Menge	Spec.-Gew.	Hippurs.
23. März.	1 Pfd. Wiesenheu + 1 Pfd. Weizen.	1410 Grm.	571 Cc.	1.033	6.93 Grm.
24. „		1450 „	674 „	1.029	5.38 „
25. „		1155 „	442 „	1.045	6.77 „
26. „		1155 „	389 „	1.048	6.20 „
Mittel:		1293 Grm.	517 Cc.	1.039	6.32 Grm.
31. März	1 Pfd. Wiesenheu + 1 Pfd. Bohnen.	1760 Grm.	620 Cc.	1.052	5.02 Grm.
1. April		1380 „	638 „	1.052	5.54 „
2. „		1820 „	625 „	1.052	4.67 „
3. „		1680 „	602 „	1.058	3.46 „
Mittel:		1660 Grm.	621 Cc.	1.054	4.67 Grm.
8. April	1 Pfd. Wiesenheu + 4 Pfd. Kartoffeln.	1110 Grm	640 Cc.	1.043	2.89 Grm.
9. „		790 „	510 „	1.058	2.58 „
10. „		1030 „	510 „	1.049	2.52 „
11. „		920 „	490 „	1.053	3.37 „
Mittel:		963 Grm.	538 Cc.	1.051	2.84 Grm.

Da erfahrungsmässig 1 Pfd. Wiesenheu 8 Grm. Hippursäure lieferte, so fand analog den von Henneberg und Stohmann beim Rind gefundenen Resultaten auch hier in Folge der Beigabe von leicht verdaulichen Futtermitteln zum Wiesenheu eine Verminderung der Hippursäure statt. Am geringsten tritt dieselbe bei Weizen-, stärker bei Bohnen- und am bedeutendsten bei Kartoffelfütterung hervor. Dagegen scheinen solche Futtermittel,

welche an und für sich ebenfalls keine oder doch nur ganz geringe Mengen von Hippursäure zu bilden vermögen, deren Verdaulichkeit aber keine wesentlich andere ist, als diejenige des Wiesenheues, die Hippursäurebildungsfähigkeit des letzteren nicht herabzudrücken. Dasselbe scheint der Fall zu sein, wenn neben Wiesenheu von dem leicht verdaulichen Beifutter nur geringe Quantitäten verabreicht werden. So fand z. B. Hofmeister,[1]) dass grössere Mengen Kleeheu oder kleinere Quantitäten Kartoffeln, neben Wiesenheu verfüttert, die Hippursäurebildungsfähigkeit des letzteren nicht beeinflussen.

Unmittelbar nach der oben angeführten Wiesenheufütterung vom 11. bis 14. März erhielt Hammel II unter steter Verabreichung desselben Heuquantums zunächst steigende Beigaben von Salicylsäure, hierauf 1 Tag lang wieder ausschliesslich Wiesenheu und alsdann, nachdem der Harn keine Salicylsäurereaction mehr gab, steigende Beigaben von Benzoësäure. Zuletzt wurde wieder 4 Tage lang Wiesenheu ohne jegliche Beigabe gefüttert. Die Salicyl- resp. Benzoësäure erhielt das Thier in warmem Wasser suspendirt alle 2 Stunden in kleinen Dosen, wobei, da das Thier gegen beide Säuren keinen besonderen Widerwillen zeigte, erhebliche Verluste niemals vorkamen.

Während der Salicylsäurefütterung zeigte der Hammel ein durchaus normales Verhalten. In dem Wasserextract der Faeces trat selbst nach Eingabe von 15 Grm. Säure die characteristische Salicylsäurereaction mit Eisenchlorid nicht ein, weshalb angenommen werden konnte, dass alle Salicylsäure zur Resorption gelangt war. Der Harn des Versuchsthieres blieb bei Verabreichung dieser Säure stets alkalisch; dagegen trat nach starker Benzoësäurefütterung deutlich saure Reaction auf, weshalb es nöthig war, den zur Untersuchung erforderlichen Harn vor dem Eindampfen mit etwas kohlensaurem Natrium alkalisch zu machen, um eine Verflüchtigung etwa vorhandener Benzoësäure[2]) mit den Wasserdämpfen zu verhindern.

---

1) a. a. O. S. 466.

2) Die später vorgenommene Untersuchung des nach Salzsäurezusatz entstandenen Niederschlages ergab, dass selbst bei Verabreichung von 15 Grm. Benzoësäure diese Säure nicht, sondern ausschliesslich Hippursäure vorhanden war.

Die Salicyl- und Salicylursäure wurde zugleich mit der Hippursäure aus dem eingedampften Harn durch concentrirte Salzsäure ausgefällt und der gesammte Niederschlag bei 50° C getrocknet und gewogen. Um jedoch auch der verschiedenen Löslichkeit der 3 verschiedenen Säuren Rechnung zu tragen, stellte man mittelst gewogener Quantitäten verschiedener, den betreffenden Niederschlägen analog zusammengesetzter Mischungen weiter fest, wie viel von dem Gemenge überhaupt und wie viel von jeder einzelnen Säure unter verschiedenen Verhältnissen durch ein bestimmtes Flüssigkeitsvolumen zur Lösung gelangte.

Die hierbei gewonnenen Zahlen dienten zur Berechnung derjenigen Säure-Mengen, welche vermuthlich in dem gemessenen Filtrat eines jeden Niederschlages gelöst enthalten waren. Durch Erhitzen der aus dem Harn erhaltenen Niederschläge bis auf 100° C im Luftstrom liess sich das Vorhandensein von Salicylsäure stets leicht nachweisen; dagegen gelang eine quantitative Trennung dieser Säure von den beiden andern durch Sublimation nicht. Ebenso führten verschiedene andere Versuche, diese 3 Säuren quantitativ zu trennen, zu keinem günstigen Resultat, weshalb es schliesslich am geeignetsten erschien, deren Mengenverhältniss durch indirekte Analysen aufzufinden. Demgemäss wurde in den verschiedenen Säuregemischen einestheils der Stickstoffgehalt, anderentheils die Acidität durch Titriren gewogener, in warmen Wasser gelöster Mengen mit verdünnter Natronlauge bestimmt und mit Hilfe dieser beiden als Mittel zweier gut übereinstimmender Analysen erhaltenen Factoren die vorhandene Salicyl-, Salicylur- und Hippursäure berechnet.

Auf diese Weise sind die in nachstehender Tabelle enthaltenen Werthe für Salicyl-, Salicylur- und Hippursäure während der Salicylsäurefütterung gewonnen:

Hammel II.

Datum	Art der Fütterung	Wasser-Consum	Harn					
			Menge	Spec. Gewicht	N	Hippurs.	Sali-cylurs.	Salicyls.
		Grm.	Cubikc.		Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
11. bis 14. März	2 Pfd. Heu ohne Beigabe	—	820.	1.043	9.80	16.07	—	—
15. Mai	2 Pfd. Heu u. 5 Grm. Salicylsäure	1130	1160	1.031	9.71	12.98	3.08	1.19
16. „		1098	567	1.063	9.09	14.90	3.63	2 59
17. „		1335	555	1.066	9.21	18.34	2.27	2 56
Mittel:		1188	761	1.053	9.34	15.41	3.00	2.11
18. März	2 Pfd. Heu u. 10 Grm. Salicylsäure	811	668	1.059	10.88	12.78	7.96	3.63
19. „		925	616	1.058	10.63	15.68	5.22	4.57
Mittel:		868	642	1.059	10.76	14.23	6.59	4.10
20. März	2 Pfd. Heu u. 15 Grm. Salicylsäure	1520	1257	1.033	11.43	18.78	9.01	4 84
21. März	2 Pfd. Heu ohne Beigabe	1875	690	1.047	10.77	16.05	2.04	0.98
22. März	2 Pfd. Heu u. 5 Grm. Benzoësäure	1467	718	1.044	10.57	24.81		
23. „		1400	656	1.049	10.25	24.79		
24. „		1402	614	1.049	10.50	25.74		
Mittel:		1423	663	1.047	10.44	25.11		
25. März	2 Pfd. Heu u. 10 Grm. Benzoësäure	1430	700	1.055	10.83	31.04		
26. „		1425	924	1.045	10.44	32.20		
27. „		1615	838	1.043	11.40	31.97		
Mittel:		1490	831	1.048	10.89	31.74		
28. März	2 Pfd. Heu u. 15 Grm. Benzoësäure	1250	968	1.046	11.42	36.14		
29. „		1640	1018	1.043	11.21	35.34		
30. „		1620	632	1.063	10.64	37.98		
Mittel:		1503	873	1.051	11.09	36.49		
31. März	2 Pfd. Heu ohne Beigabe	1890	760	1.053	9.70	16.68		
1. April		1670	640	1.053	10.02	16.63		
2. „		1680	1204	1.029	10.28	15.42		
3. „		1530	856	1.039	9.69	15.27		
		1620	865	1.044	9.92	16.00		

Die während der Verabreichung von Salicylsäure zur Ausscheidung gelangten Säuremengen zeigen auch an denjenigen Tagen, an welchen die gleichen Quantitäten von Salicylsäure aufgenommen worden waren, nicht unerhebliche Schwankungen, die zum Theil wohl auch in der keineswegs vollkommen fehlerfreien Bestimmungsweise derselben liegen mögen. Immerhin kann jedoch aus diesen Zahlen mit Bestimmtheit geschlossen werden, dass auch bei kleineren Salicylsäuregaben nicht alle Säure als Salicylursäure ausgeschieden wird, dass indess derjenige Theil, welcher eine Umwandlung in Salicylursäure erfährt, immer grösser ist, als derjenige, welcher unverändert als Salicylsäure im Harn wieder erscheint. Die Salicylsäure verhält sich demnach im Organismus in so fern abweichend von der Benzoesäure, als letztere sich in ihrer ganzen Menge, unter übrigens ganz gleichen Verhältnissen selbst bei Verabreichung bis zu 15 Grm. pro Tag vollständig mit Glycin verbindet, weshalb nach Benzoësäureaufnahme auschliesslich Hippursäure, aber keine Benzoësäure im Harn auftritt.

Bertagnini,[1]) welcher bei seinen Versuchen mit Salicylsäure 2 Tage lang stündlich 0.25 Grm. Salicylsäure aufnahm, fand in seinem Harn ebenfalls unveränderte Salicylsäure neben Salicylursäure.

Interressant ist die grosse Gleichmässigkeit, mit welcher während dieser ganzen Versuchsreihe die Hippursäureausscheidung erfolgt ist. Es wurden nämlich im Mittel pro Tag ausgeschieden:

vom 11. bis 14. März,	Wiesenheufütterung	ohne Beigabe:	16.07	Grm.
„ 15. „ 20.	„	„	„ + Salicyls.:	16.14	„
am 21.	„	„	„ ohne Beigabe:	16.05	„
vom 31. März bis 3 April	„	„	„ „	16.00	„

Dass auch während der Benzoësäurefütterung vom 22. bis 30. März die vom Wiesenheu herrührende Hippursäuremenge im Harn annähernd dieselbe geblieben und anderntheils alle Benzoësäure als Hippursäure zur Ausscheidung gelangt ist, geht, ausser den analytischen Bestimmungen einestheils aus der in den einzelnen Perioden der Benzoësäurebeigabe entsprechenden Hippursäurevermehrung, anderntheils aus den durchschnittlich pro Tag in den ver-

1) Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. XCVII. S. 248.

schiedenen Zeitabschnitten ausgeschiedenen Stickstoffmengen des Harns hervor.

Legen wir nämlich diejenige Stickstoffmenge zu Grunde, welche durchschnittlich pro Tag vor Beginn der Salicyl- und Benzoësäurefütterung bei Aufnahme von 2 Pfd. Wiesenheu ausgeschieden wurde (9.80 Grm.), so finden wir, dass in den einzelnen Perioden nach Benzoësäurebeigabe eine Steigerung der Stickstoffausscheidung stattgefunden hat, welche mit der Vermehrung der Hippursäure resp. des Glycins im Einklange steht.

Aehnliches lässt sich bei der Salicylsäurefütterungsperiode beobachten; die vermehrte Stickstoffausscheidung macht sich hier auch noch am 21. März bemerkbar, an welchem Tage zwar keine Salicylsäure mehr verabreicht, aber doch noch Salicylur- und Salicylsäure im Harn ausgeschieden wurde.

Es berechtigen demnach diese Resultate zu dem Schluss, dass sofern im Organismus nach Aufnahme von Benzoësäure oder ähnlichen Substanzen Hippursäurebildung etc. stattfindet, dies nicht, wie Kletzinsky [1]) angibt, auf Kosten des Harnstoffs geschieht, sondern dass eine stärkere Stickstoffausscheidung erfolgt und somit diese Säuren einen stärkeren Stickstoffumsatz hervorrufen [2]).

Mit diesen Ergebnissen stehen die von Kerner an sich selbst und von Meissner und Shepard an Hunden gemachten Beobachtungen im Einklange, bei denen sich nach Benzoësäureaufnahme und Hippursäureausscheidung keine mit dem Stickstoffgehalt der letzteren im Zusammenhang stehende Harnstoffabnahme zeigte.

Zur weiteren Prüfung des Hippursäurebildungsvermögens der verschiedenen Futtermittel wurden ferner in verschiedenen Perioden an Hammel I und II je 2 Pfd. Erbsen-, Lein-, Weizen- oder Haferkörner verabreicht; die Fütterung mit Leinsamen musste, da sich heftiger Durchfall einstellte, bereits nach 3 Tagen unterbrochen werden. Dagegen währte die Erbsen-, Weizen- und Haferfütterung je 8 Tage und wurde hierbei regelmässig vom 5. bis 8. Versuchstage

1) Henle-Meissner, Jahresberichte der Anatomie und Physiologie 1858 S. 323.

2) Eine Ausnahme hiervon hat nur bei Verabreichung von 5 Grm. Salicylsäure vom 15. bis 17. März stattgefunden.

einer jeden Periode von dem aufgesammelten Harn 200 und 400 cc zur Hippursäurebestimmung verwendet. Indess schied sich in allen diesen Fällen nach Salzsäurezusatz und 48stündigen Stehen niemals Hippursäure aus. Der am Boden abgesetzte geringe Niederschlag von Farbstoff etc. zeigte, nachdem er aufs Filter gebracht, ausgewaschen, getrocknet und gewogen war, weder saure Reaction, noch liessen sich in demselben mikroskopisch Hippursäure-Krystalle nachweisen. Die Gesammtmenge dieses nach Salzsäurezusatz aus dem eingedampften Harn ausgeschiedenen Niederschlages betrug im trockenen Zustande auf 24 Stunden berechnet durchschnittlich 0.5 Grm.

Dasselbe negative Resultat wurde nach Fütterung mit Erbsen- und Bohnenstroh, sowie nach Fütterung mit ungeschälten Kartoffeln erhalten.

Hieraus geht demnach hervor, dass nicht nur die leicht verdaulichen Leguminosen- und Cerealienkörner, sondern auch das schwerer verdauliche Erbsen- und Bohnenstroh (wahrscheinlich alle Leguminosenstroharten) sowie auch ungeschälte Kartoffeln im Körper des Schafes keine Hippursäurebildungsfähigkeit besitzen und zum Theil, wie dies besonders in Bezug auf Kartoffeln, in geringerem Maasse für Bohnen und Weizen an früheren Versuchen gezeigt worden war, diejenige anderer Futtermittel herabdrücken.

Wesentlich anders in dieser Beziehung als das Leguminosenstroh verhielt sich das Cerealienstroh. Hammel I erhielt zunächst 7 Tage lang Weizenstroh und hierauf die gleiche Zeit Haferstroh so viel er fressen wollte. Er consumirte von ersterem durchschnittlich pro Tag 1 Pfd., von letzterem 1¼ Pfd.

Vom 5. bis 7. Versuchstage wurden in dem gesammelten Harn die Hippursäure, bei der Haferstrohfütterung ausserdem auch der Stickstoffgehalt bestimmt und hierbei folgende Zahlen erhalten:

Hammel I.

Datum	Art der Fütterung	Wasser-Consum	Harn			
			Menge	Spec. Gewicht	N	Hippurs.
14. Juni	1 Pfund Weizenstroh.	1070 Grm.	410 Cc.	1.037	—	2.61 Grm.
15. „		1420 „	402 „	1.038	—	2.58 „
16. „		1520 „	468 „	1.030	—	2.38 „
Mittel:		1337 Grm.	427 Cc.	1.035		2.51 Grm.
21. Juni	1¼ Pfund Haferstroh	1040 Grm.	370 Cc.	1.029	2.33 Grm.	3.93 Grm.
22. „		1430 „	265 „	1.040	1.89 „	2.69 „
23. „		1010 „	305 „	1.035	1.64 „	3.12 „
Mittel:		1160 Grm.	313 Cc.	1.035	1.95 Grm.	3.24 Grm.

Es gelangten also in beiden Fällen auf 1 Pfd. aufgenommenes Stroh fast genau dieselben Hippursäuremengen zur Ausscheidung. Berechnen wir ferner die ausgeschiedenen Hippursäuremengen nach dem Stickstoffgehalt des betreffenden Harns, so zeigt sich zwischen Stickstoff und Hippursäure bei Wiesenheu- und Strohfütterung eine auffallende Uebereinstimmung. Hammel I hatte nämlich bei ausschliesslicher Wiesenheufütterung im 24stündigen Harn durchschnittlich 9.11 Grm. Stickstoff und 15.45 Grm. Hippursäure ausgeschieden; es verhält sich aber

9.11 Stickstoff: 15.45 Hippursäure = 1.95 Stickstoff: X Hippursäure = 3.31,

während in Wirklichkeit auf 1.95 Grm. Stickstoff bei Cerealienstrohfütterung 3.24 Grm. Hippursäure, also fast genau die berechnete Zahl, gefunden wurden.

Die Reaktion des Harns blieb stets deutlich alkalisch, während Henneberg und Stohmann beim Rind nach Weizenstrohfütterung sauere Harnreaktion beobachteten.

Weiter sollte jetzt festgestellt werden, wie lange die bei Wiesenheu stattfindende Hippursäurebildung und Ausscheidung nach Ent-

ziehung des Futters und Ersatz durch ein anderes, welchem nachweislich keine Hippursäurebildungsfähigkeit zukommt, fortdauert. Hammel II erhielt daher 9 Tage lang pro Tag 2½ Pfd. Wiesenheu ohne Beigabe und unmittelbar hierauf 4 Tage hindurch ausschliesslich 2 Pfd. Bohnen. Vom 6. Tage der Wiesenheufütterung ab wurde der Harn regelmässig gesammelt und dessen Hippursäuregehalt bestimmt. Die weiteren Resultate dieser Untersuchungen sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

Hammel II.

Datum	Art der Fütterung	Wasser-Consum	Harn			
			Menge	Spec. Gewicht	N	Hippurs.
23. Mai	2½ Pfund Wiesenheu	1905 Grm.	580 Cc.	1.067	10.24 Grm.	18.97 Grm.
24. „		1165 „	546 „	1.068	10.37 „	20.33 „
25. „		1655 „	576 „	1.070	10.40 „	18.58 „
26. „		1550 „	634 „	1.056	10.60 „	19.90 „
Mittel:		1569 Grm.	584 Cc.	1.065	10.40 Grm.	19.45 Grm.
						Farbstoff etc.
27. Mai	2 Pfd. Bohnen	1460 Grm.	760 Cc.	1.028	8.63 Gr.[1]	0.483 Grm.
28. „		1040 „	990 „	1.049	22.05 „	0.583 „
29. „		2165 „	450 „	1.047	10.48 „	0.558 „
30. „		1710 „	1090 „	1.050	26.30 „	0.615 „
Mittel:		1594 Grm.	823 Cc.	1.044	—	0.560 Grm.

Wir sehen zunächst, dass nach Aufnahme von 2½ Pfd. Wiesenheu durchschnittlich 19.45 Grm. Hippursäure im Harn zur Ausscheidung gelangten, während derselbe Hammel bei Verabreichung

1) Diese auffällig schwankenden Zahlen bei der Stickstoffausscheidung rühren wohl zum Theil mit daher, dass der Hammel vom 3. Tage der Bohnenfütterung ab, heftigen Durchfall bekam.

von 2 Pfd. Wiesenheu 16.00 Grm Hippursäure producirte. Die um ½ Pfd. vermehrte Heufütterung hat also eine Vermehrung der Hippursäureausscheidung von circa 3.5 Grm. zur Folge gehabt.

Weiter macht sich bemerkbar, dass sofort nach Entziehung des Heues und Beginn der Bohnenfütterung die Hippursäureausscheidung aufhört. Der auf Salzsäurezusatz im Harn gebildete Niederschlag bestand jetzt ausschliesslich aus Farbstoff etc. und nur am ersten Tage (den 27. Mai) nach eingetretener Bohnenfütterung konnte in demselben saure Reaktion sowie vereinzelte Hippursäurekrystalle mikroskopisch nachgewiesen werden.

Wurde das Wiesenheu in grossen Bottigen mit kalter, verdünnter (1.25%) Schwefelsäure oder Kalilauge 24 Stunden in Berührung stehen gelassen, hierauf mit Wasser fast bis zum Verschwinden der sauern oder alkalischen Reaktion ausgewaschen, alsdann getrocknet und verfüttert, so zeigte dasselbe jetzt ein wesentlich anderes Verhalten im Organismus, als vor seiner Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure oder Kalilauge, wie aus nachstehender Tabelle ersichtlich ist:

Hammel I.

Datum	Art der Fütterung	Wasser-Consum	Harn		
			Menge	Spec. Gewicht	Hippurs.
10. Sept.	Mit SO_3 extrah. Heu	1200 Grm.	1232 Cc.	1.009	—
11. „		1580 „	1250 „	1.005	—
12. „		690 „	733 „	1.017	—
13. „		690 „	740 „	1.016	—
26. Sept.	Mit K_2O extrah. Heu	1030 Grm.	552 Cc.	1.021	2.62 Grm.
27. „		1030 „	513 „	1.023	3.02 „
28. „		810 „	440 „	1.027	4.66 „
29. „		1090 „	398 „	1.034	3.05 „
Mittel:		990 Grm.	476 Cc.	1.026	3.60 Grm.

Hammel I, an welchen obige Heurückstände verfüttert worden waren, hatte täglich 800 Grm. davon vorgelegt erhalten, consumirte indess nur die reichliche Hälfte davon. Die Fütterung des mit verdünnter Schwefelsäure extrahirten Heues hatte 7 Tage, diejenige des mit verdünnter Kalilauge ausgezogenen 8 Tage lang gedauert; an den letzten 4 Tagen war stets der Harn gesammelt worden. Zwischen beiden Perioden vom 13. bis zum 22. September hatte das Thier Erbsenstroh als Futter erhalten.

Während nach Verfütterung des mit verdünnter Schwefelsäure extrahirten Heues keine Hippursäure zur Ausscheidung gelangte, waren nach Aufnahme von ungefähr derselben Menge des mit verdünnter Kalilauge ausgezogenen Heues täglich im Durchschnitt 3.6 Grm. dieser Säure im Harn enthalten; demnach also ungefähr halb soviel, als nach Verabreichung von normalen Heu [1]).

Dieses vollständige Verschwinden der Hippursäure im Harn nach Aufnahme des mit Schwefelsäure extrahirten Heues liefert einen weiteren Beleg dafür, dass die von Meissner und Shepard ausgesprochene Ansicht, die in der „Rohfaser“ enthaltene Cuticularsubstanz sei die Muttersubstanz der Hippursäure, nicht zutreffend ist; denn die Cuticularsubstanz wird durch 1.25 % Schwefelsäure nicht zerstört, ebenso wenig durch 1.25 % Kalilauge, wohl aber nach Hartens Angaben durch Kochen mit Kalilauge von 1.045 bis 1.115 Spec. Gewicht.

Hofmeister, welcher ähnliche Versuche angestellt hat, gelangte zu dem Resultat, dass das Behandeln des Wiesenheues mit kochendem Wasser dessen Hippursäurebildungsfähigkeit nicht vermindert, dass dieselbe aber vollständig aufgehoben wird durch Behandeln des Heues mit kochendem Wasser, Alkohol und kochender 3 % Kalilauge.

Es ist demnach anzunehmen, dass der Hippursäure-bildende Stoff des Wiesenheues in kochendem Wasser nicht löslich, in verdünnter (1.25 %) Kalilauge wenig löslich, dagegen löslich in verdünnter (1.25 %) Schwefelsäure und in kochendem Alkohol und 3 % Kalilauge ist.

---

1) 500 Grm. dieser Heurückstände entsprachen ungefähr 600 Grm. ursprüngl. normalen Wiesenheu.

Nachdem sich nun aus den vorhergehenden Versuchsperioden u. A. ergeben hatte, dass eine bestimmte Menge Wiesenheu immer eine bestimmte sehr bedeutende Menge Hippursäure liefert, und dass letztere durch Benzoësäurebeigabe bis zu 15 Grm. pro Tag, unter gleichzeitiger Vermehrung der N-Ausscheidung im Harn, einestheils noch wesentlich gesteigert werden kann, während dieselbe anderntheils durch grössere Beigabe gewisser Futtermittel, ganz besonders nach Beigabe von Kartoffeln auch wesentlich vermindert zu werden vermag, sollte schliesslich geprüft werden, welche Erscheinungen die Beigabe von Benzoësäure zu solchen Futtermitteln hervorruft, die theils an und für sich keine Hippursäurebildungsfähigkeit besitzen, theils sich der Hippursäurebildung überhaupt als hinderlich erwiesen hatten.

Hammel II erhielt deshalb zunächst 8 Tage lang 1 Pfd. Bohnen und 3 Pfd. Kartoffeln pro Tag. Der vom 5. bis zum 8. Tag gesammelte Harn, von welchem bei dieser und allen nachfolgenden Perioden stets 2×400^{cc} zur Hippursäurebestimmung verwendet wurden, erwies sich als Hippursäure frei. Als hierauf dem Hammel unter Beibehaltung des früheren Futters täglich 5 resp. 10 Grm. in warmen Wasser suspendirte Benzoësäure verabreicht wurde, schied sich nach Salzsäurezusatz aus dem wie gewöhnlich behandelten Harn ein krystallinischer Niederschlag aus. Derselbe enthielt nur ganz geringe Spuren von Stickstoff (wahrscheinlich von geringen Verunreinigungen herrührend), war bereits unter 100° C sublimirbar und erwies sich als reine Benzoësäure. Auch die mit diesen Niederschlägen stets vorgenommene Bestimmung der Acidität (durch Titriren einer gewogenen Menge mit verdünnter Natronlauge) stimmte mit derjenigen der Benzoësäure vollständig überein.

Das Weitere ist in folgender Tabelle zusammengestellt:

Hammel II.

Datum	Art der Fütterung	Wasser-Consum	Harn			
			Menge	Spec. Gewicht	Benzoës.	Hippurs.
11. Sept.	1 Pfd. Bohnen, 3 Pf. Kartoffeln ohne Beigabe von Benzoës.	1380 Grm.	1106 Cc.	1.029	—	—
12. „		1321 „	1072 „	1.029	—	—
13. „		1880 „	1770 „	1.021	—	—
14. „		760 „	1492 „	1.021	—	—
15. Sept.	5. Grm. Benzoësäure	760 Grm.	1492 Cc.	1.021	4.12 Grm.	—
16. „		810 „	1642 „	1.023	4.00 „	—
17. „		300 „	1159 „	1.030	3.32 „	—
Mittel:		623 Grm.	1431 Cc.	1.025	3.81 Grm.	—
18. Sept.	10 Grm. Benzoësäure	550 Grm.	1392 Cc.	1.024	5.74 Grm.	—

Es darf demnach angenommen werden, dass die in den Körper eingeführte Benzoësäure keineswegs unter allen Umständen mit Glycin verbunden als Hippursäure zur Ausscheidung gelangt; vielmehr geht aus obigen Resultaten hervor, dass bei Verabreichung von gewissen Futtermitteln die in den thierischen Organismus gebrachte Benzoësäure denselben als solche unverändert wieder verlässt.

Die wiedergefundene Menge der Benzoësäure war stets erheblich kleiner, als diejenige, welche verabreicht worden war. Es mag dies theils in der nicht fehlerfreien Bestimmungsmethode dieser Säure begründet sein [1]), theils auch darin, dass ein Theil der Benzoësäure im Organismus in andere Produkte umgewandelt worden war.

1) Dem Gewichte des nach Salzsäurezusatz ausgeschiedenen Niederschlages wurde stets eine der Löslichkeit der Benzoësäure und dem Volumen des betreffenden Filtrates entsprechende Menge Benzoësäure hinzuaddirt.

Um jetzt weiter feststellen zu können, ob bei derselben Fütterung nach Beigabe von Glycin, oder Glycin- und Benzoësäure sich Hippursäure im Körper bilden, resp. ob verfütterte Hippursäure als solche oder als Benzoësäure im Harn zur Ausscheidung gelangen würde, erhielt derselbe Hammel, nachdem er zuvor wieder einige Tage ausschliesslich mit Bohnen und Kartoffeln gefüttert worden war, unter Beibehaltung dieses Futters die obigen Zusätze wie folgt:

Hammel II.

Datum	Art der Fütterung	Wasser-Consum	Harn			
			Menge	Spec. Gewicht	Hippurs.	Benzoësäure
		Grm.	Cubikc.		Grm.	Grm.
20. Sept.	Kartoffeln, Bohnen und 5 Grm. Glycin	620	1159	1.030	—	—
21. „		1060	1550	1.026	—	—
22. „	Kartoffeln, Bohnen ohne Beigabe	878	1437	1.026	—	—
23. Sept.	Kartoffeln, Bohnen, 3 Grm. Glycin u. 5 Grm. Benzoës.	1310	1475	1.030	—	4.21
26. Sept.	Kartoffeln, Bohnen und 5 Grm. Hippursäure	140	1521	1.028	—	3.38
27. „		870	888	1.033	—	3.00
28. „		1050	1310	1.022	—	3.60
Mittel:		—	1240	1.028	—	3.33

Aus obiger Tabelle ist ersichtlich, dass bei Verabreichung von 5 Grm. Glycin neben Kartoffel- und Bohnenfütterung keine Hippursäure, bei Verabreichung von 3 Grm. Glycin und 5 Grm. Benzoësäure oder bei Verabreichung von 5 Grm. Hippursäure ausschliesslich Benzoësäure, aber keine Hippursäure ausgeschieden wurde; die gefütterte Hippursäure war somit im Körper zerlegt worden.

Letzteres Resultat darf insofern weniger befremden, als bereits Meissner darauf hingewiesen hat, dass die Hippursäure im Magen und Darm in Glycin und Benzoësäure zerlegt wird und erst später

wieder (nach Meissner in den Nieren) eine Vereinigung beider Körper zu Hippursäure stattfindet. Da nun nach Kartoffel- und Bohnenfütterung die Beigabe von Benzoësäure oder von Glycin und Benzoësäure keine Hippursäureausscheidung im Harn veranlasste, so stand zu erwarten, sofern Meissner's Angabe über die Zerlegung der Hippursäure im Magen und Darm zutreffend war, dass die aus der Hippursäure hervorgegangene Benzoësäure ebenfalls als solche und nicht als Hippursäure im Harn zur Ausscheidung gelangt. Sollte schliesslich Meissner's Annahme, dass die Nieren als derjenige Ort anzusehen seien, an welchem die Hippursäurebildung im Körper stattfindet, ebenfalls zutreffen, so kann diesem Organ nach obigen Untersuchungen doch nicht immer und unter allen Umständen die Fähigkeit zugesprochen werden, eine Vereinigung von Glycin und Benzoësäure zu Hippursäure herbeizuführen.

Ueber den Ursprung und die Aufspeicherung des Glykogens im thierischen Organismus.

Von

Dr. S. Wolffberg,

Assistenzarzt an der Krankenhaus-Abtheilung des Herrn Prof. v. Ziemssen.

Aus dem physiologischen Institute zu München.

§. 1. Einleitung.

Seit Claude Bernard's Arbeiten über die glykogene Funktion der Leber ist die Literatur des Diabetes mellitus mächtig angewachsen. So lange man noch an des grossen Forschers ursprünglichen Ansicht festhielt, dass aus N-haltigen Stoffen in der Leber Zucker entstehe, und der Zucker des Pfortaderblutes sich in Fett verwandle, lag die Sache verhältnissmässig einfach. Da man gesehen hatte, dass in gewissen Formen des künstlichen Diabetes die Gefässe in der Leber hyperämisch und der Blutstrom beschleunigt war, so nahm man auch für die Zuckerharnruhr des Menschen einen lebhafteren Stoffwechsel in der Leber an und konnte eine gesteigerte Zuckerproduktion aus vermehrtem Eiweisszerfall in ihr herleiten. Man überzeugte sich, dass der Zuckergehalt des Blutes nur bis zu einer bestimmten Grenze ansteigen dürfe, wenn nicht Glykosurie erfolgen solle, und glaubte, dass diese Grenze beim Diabetes durch vermehrte Bildung von Zucker in der Leber und gesteigerte Ausfuhr ins Blut überschritten werde. Die Entdeckung der glykogenen Substanz und insbesondere der Nachweis der postmortalen Zuckerbildung auf Kosten des Glykogens brachten für die Erklärung der

Zuckerausscheidung beim Diabetes bedeutende Schwierigkeiten. Wenn das Glykogen wirklich nur postmortal in Zucker überging, während des Lebens aber zu irgendwelchen andern Zwecken verwandt wurde, so musste man für den Harnzucker auf eine andere Quelle recurriren. In der That schienen die Versuche, welche die Nichtverbrennbarkeit des in den Kreislauf gelangten Zuckers beweisen sollten, die Absurdität einer irgend bedeutenderen Zuckerproduktion in der Leber darzuthun; vom Glykogen aber liess sich leicht zeigen, dass es normaliter gerade nach zucker- oder stärkereicher Nahrung in grossen Mengen in der Leber sich vorfinde. Viele Forscher folgerten daraus, dass im Diabetes nicht etwa Zucker in gesteigertem Maasse in der Leber producirt werde; sondern der Zucker des Darminhalts erleide die normale Metamorphose in Glykogen nicht, gelange unverändert in das circulirende Blut und demgemäss zur Ausscheidung durch die Nieren.

Bevor wir indessen auf diesem Wege in der Diabetesfrage weiter kommen können, müssen einige wichtige Vorfragen erledigt werden, von welchen die eine gegenwärtig eifrig bearbeitet wird, die andere zu mehrfachen Missverständnissen geführt zu haben scheint. Diese Fragen sind:

1. Sind die Kohlehydrate der Nahrung, resp. der Zucker des Darminhaltes die Quelle des Glykogens im thierischen Organismus, und welches sind die weiteren Schicksale des Glykogens?

2. Auf welche Weise wird der Zucker, sobald er ins Blut geräth, dem Organismus nutzbar gemacht? Wird er zerlegt und oxydirt, oder gelangt er unverändert zur Ausscheidung durch die Nieren?

Als ich in das hiesige physiologische Institut mit der Absicht kam, der Frage nach dem Ursprung des Glykogens im thierischen Organismus experimentell näher zu treten, hatte eben Herr Prof. Voit die Veranstaltung getroffen, die Glykogenfrage ebenfalls in Angriff zu nehmen, da er nicht glaubte, dass die bisherigen Forschungen einen Entscheid gebracht hätten. Aus seinen früheren Arbeiten über den Gesammtstoffwechsel, welche auch über das Verhalten mancher intermediärer Produkte Aufschlüsse gaben, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, schloss er, dass der bisher eingeschlagene Weg zur Lösung der Glykogenfrage nicht zum Ziele

führen könne. Bei den vielfachen Anknüpfungspunkten, welche diese früheren Arbeiten für unsern Gegenstand bieten, müssen wir bei den Resultaten derselben, so weit sie in unser Gebiet einschlagen, einen Augenblick verweilen.

Die Untersuchungen, welche Herr Prof. Voit allein und in Gemeinschaft mit Hrn. Prof. v. Pettenkofer über den Stoffverbrauch im Thierkörper ausgeführt hat, betreffen ganz vorzugsweise das allgemeine Resultat der in der Gesammtheit der Organe geschehenden Stoffwandlungen. Um aus den qualitativen und quantitativen Verhältnissen der Ausscheidungsprodukte eines Organismus bei genauer Kenntniss der Einnahmen des Letztern richtige Einblicke in den Gesammtumsatz der Stoffe zu gewinnen, musste die Zeitdauer der Versuche stets so gewählt werden, dass in derselben erstens die Stoffe aus dem Darmkanale in die Säfte übergetreten waren und zweitens eine vollständige Umsetzung der Einnahmen bis zu bestimmten Stufen erfolgt war. Hiezu genügt in der Regel beim Fleischfresser und Menschen eine Versuchsdauer von 24 Stunden; hat sich nach Ablauf derselben die Zusammensetzung des Körpers geändert, ist z. B. mehr gegeben worden, als in 24 Stunden bis zu den Ausscheidungsprodukten zerfallen kann, so geschieht dies hauptsächlich hinsichtlich des Wassergehaltes der Organe, des Eiweiss- und Fettstandes des Körpers. Dagegen sind die übrigen Zwischenprodukte der chemischen Umsetzungen (wie Leucin, Glykogen, Kreatin) im Allgemeinen, namentlich wenn das Thier schon während einiger Tage die gleiche Kost erhalten hat, nach 24 Stunden etwa in derselben Menge wieder vorhanden wie vorher. Dies wird unter Andern durch die vollständige Bilanz der Einnahmen und Ausgaben bei Fütterung mit reinem Fleisch bewiesen. Pettenkofer und Voit konnten über die Zwischenprodukte nur insofern Erfahrungen sammeln, als Letztere ebenfalls integrirende Bestandtheile von Geweben oder überhaupt zu dauernder Anhäufung geeignet sind. Fand sich z. B. in irgend einem Versuche nach Berechnung des Eiweiss-Umsatzes ein Deficit von Kohlenstoff in den Exkreten, so konnte dies nicht etwa auf einen Ansatz von Glykogen bezogen werden, da wegen der längeren Dauer der Versuchsreihe der Glykogengehalt der Organe für die Zeit vor Beginn und nach Ab-

schluss des 24stündigen Versuches als ziemlich konstant angesehen werden kann, sondern einzig und allein auf Ansatz von Fett. Denn das Fett kann allein von allen stickstofffreien, kohlenstoffhaltigen Stoffen in erheblicheren Mengen im Organismus angehäuft zurückbleiben.[1])

Um die Gesetze für die Bildung jener Zwischenstufen der chemischen Umsetzungen im Thierkörper, zu welchen das Glykogen und der Zucker gehört, zu studiren, können wir zwei Wege einschlagen. Zunächst gibt es Bedingungen, unter welchen gewisse Zwischenprodukte auf die Dauer nicht zur vollständigen Zerlegung gelangen und entweder längere Zeit im Körper aufgehäuft oder, wenn sie leicht filtrirbar sind, durch die normalen Ausscheidungswege vorzeitig ausgeführt werden. Eine solche eigenthümliche Abänderung des Stoffwechsels findet z. B. während des Winterschlafes der Murmelthiere statt. Diese Thiere nehmen während mehrerer Monate keinerlei Nahrung auf. Aber sie athmen, wenn auch weniger häufig als normal, und sie zersetzen während dieser langen Abstinenz Körpersubstanz. In verhältnissmässig grosser Menge aufgehäuft findet man nun in den während des Winterschlafs getödteten Murmelthieren nach den Angaben von Valentin und Aeby, welche Voit bestätigen konnte, ein Zwischenprodukt, das Glykogen, welches während der Abstinenz gebildet, nur aus Eiweisskörpern oder Fett hervorgegangen sein kann.

Für eine andere Zwischenstufe, den Zucker, haben Pettenkofer und Voit in ihren Untersuchungen über den Stoffverbrauch in der Zuckerharnruhr wichtige Aufschlüsse gegeben.[2]) Sie

---

1) Salkowski hat in einem Referate über die Untersuchungen von Pettenkofer und Voit über die Zersetzungsvorgänge bei Fütterung mit Kohlehydraten (Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1874 Nr. 18. S. 277) bemerkt: „Bei der Berechnung des angesetzten Fettes möchte die zeitweise Anhäufung des Glykogens in der Leber leicht Fehler verursachen.“ Auf diesen Einwand haben aber Pettenkofer und Voit selbst schon Rücksicht genommen (diese Zeitschrift 1873 Bd. 9. S. 513), indem sie auseinandergesetzt haben, dass meistentheils vor dem entscheidenden Respirationsversuche den Thieren mehrere Tage das gleiche Futter gereicht wurde, um die Sättigung mit den Zwischenprodukten zu erzielen. Wer obigen Einwurf aufrecht erhalten wollte, müsste nachweisen, dass auch nach Beachtung dieser Cautele späterhin noch weiter Glykogen abgelagert wird oder dass seine Menge in solchem Grade wechselt, dass dadurch die Schlussfolgerungen unzulässig werden.

2) S. Zeitschrift für Biologie. Bd. III. pag. 380.

fanden den Eiweiss- und Fettumsatz in dieser Krankheit gesteigert (auch während des Hungers), während dabei weniger Sauerstoff als normal unter gleichen Umständen aufgenommen wurde. Wenn nun (auch bei amylaceenfreier Kost oder während des Hungerns) gewisse Mengen von Zucker excernirt wurden, so musste geschlossen werden, dass dieser Körper, welcher normaliter weiter zerlegt wird, in dem angegebenen Falle aus Eiweissstoffen oder Fett entsteht, und unter den Bedingungen des Diabetes mellitus nicht zerstört wird, sondern bei der leichten Diffusibilität des Zuckers zur Ausscheidung gelangt.

Von einem ähnlichen Gesichtspunkte wie der Diabetes mellitus lässt sich in Beziehung des Umsatzes die akute Phosphorvergiftung betrachten. Für diese hat Bauer [1]) überzeugend dargethan, dass der Umsatz der stickstoffhaltigen Stoffe des Körpers gesteigert, während gleichzeitig Sauerstoff-Aufnahme und Kohlensäure-Abgabe beträchtlich herabgedrückt sind. Da nun die Phosphorvergiftung eine beträchtliche Anhäufung von Fett in den Organen zur Folge hat, so ist wohl der Schluss gerechtfertigt, dass dieses Fett aus der Zersetzung von Eiweisskörpern seinen Ursprung nimmt.

Wir haben also ganz besondere physiologische Bedingungen kennen gelernt, welche einen sichern Schluss gestatten, von welcher Kategorie der den Körper und unsere Nahrung konstituirenden Stoffe bestimmte Zwischenprodukte des Umsatzes abstammen.

Ganz allgemein wird man naturgemäss die Letzteren, soweit sie stickstoffhaltig sind, von den Eiweisskörpern herleiten. Gewisse Beobachtungen geben oft nähere Anhaltspunkte. So ist man geneigt, die Bildung von Leucin und Tyrosin auf den Eiweissumsatz vorzüglich in der Leber zu beziehen, die Bildung von Kreatin vorzüglich von dem Eiweissumsatz im Muskel herzuleiten. Schwieriger wird die Frage, sobald es sich um stickstofffreie Produkte handelt. Wie wir oben gesehen, lässt sich der Nachweis liefern, dass Zucker und Glykogen unter bestimmten Bedingungen von Eiweisskörpern oder Fetten, Fett von Eiweisskörpern abstammen müsse.

Ein zweiter Weg, um auf Zwischenstufen der chemischen Umsetzungen im Thierkörper zu treffen, ist zur Lösung wichtiger

1) Diese Zeitschrift Bd. VII. S. 63.

Fragen mit Vorliebe bisher gewählt worden, obwohl die erlangten Resultate nichts weniger als eindeutig sein können. Das Verfahren besteht darin, einen Stoffwechselversuch nach kürzerer Frist, bevor der Umsatz der eingeführten Nahrungsstoffe vollendet ist, zu unterbrechen. Bei der Beurtheilung der Abstammung der Zwischenprodukte sind in diesen Fällen mehrere wichtige Punkte zu erwägen. Zunächst ist zu bedenken, dass man dabei in den Organen und Säften noch Unzersetztes (z. B. Eiweiss), aber auch noch nicht völlig bis zu den Ausscheidungsprodukten Zersetztes, als Zwischenprodukt oder Vorstufe vorfindet. Von den Zwischenprodukten wissen wir, dass sie sich bezüglich der weiteren Umwandlung sehr verschieden verhalten; nach reichlicher Zufuhr von Fleisch findet man z. B. nach 12 Stunden noch nicht allen Stickstoff desselben im Harn, aber noch viel weniger allen Kohlenstoff in den Excreten. Schwerer zerlegbare und schwerer diffundirbare Stoffe bleiben längere Zeit im Organismus zurück.

In einem derartigen, vorzeitig unterbrochenen Stoffwechselversuch kann es uns nie gelingen, die ganze Menge eines unter dem Einfluss einer bestimmten Nahrung gebildeten Stoffes zu erhalten. Denn es findet fortwährend eine weitere Zerlegung und eine Bildung neuer Mengen dieses Zwischenproduktes statt. Die quantitativen Beziehungen der Zerlegung und der Neubildung bleiben uns aber oft unbekannt.

Schliesslich haben wir — hauptsächlich durch die Versuche von Voit — bestimmte Aufschlüsse über die verschiedene Zersetzlichkeit der Stoffe im Organismus erhalten, welche hier durchaus beachtet werden müssen. Ich denke vorzugsweise an die Untersuchungen über den Umsatz der Kohlehydrate, welche die längst bekannte Erfahrung ergaben, dass durch Zufuhr von Kohlehydraten Fett am Körper abgelagert werden kann. Während man früher hieraus geschlossen, dass aus dem resorbirten Zucker im Körper Fett werde, ging aus den genannten Untersuchungen hervor, dass der Zucker stets ganz zerstört wird und das Fett aus dem Fett der Nahrung oder aus dem bei dem Zerfall des Eiweisses abgespaltenen Fette stammt.

Diese Thatsache liess sich nun auf die Ablagerung von anderen Zwischenprodukten der Zersetzung übertragen; Herr Prof. Voit

hat hierauf schon seit lange seine Aufmerksamkeit gerichtet. Namentlich lag es nahe, jene Erfahrung für das Studium der Ablagerung der glykogenen Substanz zu verwerthen.

Wir werden uns im Folgenden vorzugsweise mit der Frage nach dem Ursprung des Glykogens im Thierkörper beschäftigen. Die Methode unserer Untersuchungen lehnte sich an diejenige an, welche Pettenkofer und Voit befolgten, um den Nachweis zu liefern, dass im Thierkörper Fett nicht aus Kohlehydraten, sondern durch die Zersetzung von Eiweiss entstehe. Ich hatte das Glück, bei meinen Versuchen mich der freundlichen Leitung des Herrn Prof. Voit zu erfreuen, welchem auch an dieser Stelle meinen besten Dank zu sagen mir eine angenehme Pflicht ist. Auch kann ich nicht unterlassen, Herrn Privatdocenten Dr. Forster, Assistenten am physiologischen Institut, für manche Unterstützung verbindlichst zu danken.

§. 2. Ueber die Bedingungen der Glykogen-Anhäufung in den Organen.

Die Untersuchungen über den Ursprung des Glykogens sind ausserordentlich zahlreich trotz der kurzen Spanne Zeit, die seit der Entdeckung desselben verflossen ist. Aber die Controverse, die von Anfang an bestand, ob Kohlehydrate oder stickstoffhaltige Stoffe die Quelle des Glykogens bilden, ist bis heute nicht geschlichtet.

Obwohl es müssig erscheinen mag, über diese Frage theoretische Betrachtungen anzustellen, da nur das Experiment entscheiden kann, so will ich doch auf zwei Punkte hinweisen. Dass die Synthese des Glykogens aus Zucker, welche nach der Ansicht vieler Forscher im Organismus mit Leichtigkeit vor sich gehen soll, ausserhalb desselben bisher noch von Niemand nachgewiesen worden ist, kann nicht als belangreich angesehen werden. Ist es doch auch noch nicht gelungen, Harnstoff aus Eiweisskörpern darzustellen, während wir den Organismus diese Umwandelung täglich leisten sehen. Indessen ist es wichtig genug, dass in der Lymphe hungernder Thiere Traubenzucker und in der Milch hungernder Fleischfresser Milchzucker in nicht geringerer Menge als bei reichlichster Fütterung mit Zucker gefunden wird. Ob das bei der Behandlung

von Knorpel mit Salzsäure entstehende Produkt wirklich Zucker ist, wie Boedeker[1]) angab, mag dahin gestellt bleiben; aber P. Schützenberger[2]) erhielt Kohlehydrate bei der Spaltung von Eiweiss, welche Hlasiwetz und Habermann nicht nachweisen konnten.

Ferners geben uns die chemischen Umsetzungen bei der Entwickelung der Muskelkraft in gewissen Fällen wichtige Anhaltspunkte. Auf der einen Seite ist der Beweis geführt worden, dass die Muskelarbeit nicht mit einer Steigerung des Eiweiss-Umsatzes, sondern allein mit vermehrter Kohlensäure-Bildung einhergeht. Andererseits aber wissen wir, dass eine reine Eiweissnahrung den Organismus in Stand setzt, dauernd Arbeit zu leisten. Es müssen also im letzteren Falle stickstofffreie Körper sein, welche sich vom Eiweiss der Nahrung abspalten und im Muskel aufhäufen, bis sie während der Arbeitsleistung in vermehrtem Maasse verbrannt werden. Während der Arbeit aber produzirt der Muskel Milchsäure, und es vermindert sich der Glykogengehalt desselben. [3])

Indessen muss die Entscheidung der Frage, welche uns in der vorliegenden Arbeit vorzugsweise interessirt, dem Versuch am Thier anheimgegeben werden. Freilich sind die Schwierigkeiten des Experimentes und seiner Deutung sehr beträchtlich. Zunächst liegt eine wesentliche Vereinfachung der Aufgabe darin, dass man sich auf die Untersuchung eines oder weniger Organe beschränkt. Vorzugsweise die Leber ist auf ihren Glykogengehalt unter verschiedenen Bedingungen untersucht worden. Die Wahrscheinlichkeit spricht dafür, dass, was für das Leberglykogen gilt, auch auf das Glykogen anderer Organe übertragen werden darf.

Je reichlicher die Zersetzungen im Körper vor sich gehen, um so mehr muss auch Glykogen, wenn wir es als ein Zwischenprodukt der Umsetzungen auffassen, gebildet werden. Eine sehr wesentliche Vermehrung der Umsetzungen tritt aber durch die Zufuhr von zersetzungsfähigem Material in Folge der Nahrungsaufnahme ein.

---

1) Annalen d. Chem. Bd. 117. S. 111.

2) Chemisches Centralblatt 1875 Nr. 41. S. 653.

3) S. Weiss, zur Statik des Glykogens im Thierkörper. Wiener Akad.-Ber. 64. II. 1871. S. 284.

Dass diese letztere auf den Glykogenstand in der Leber den bedeutendsten Einfluss ausübt, ist eine früh eruirte Thatsache. Der Glykogengehalt ist während der Digestion am grössten, nimmt dann allmählich ab und verschwindet endlich, wenn nicht neues Nährmaterial zugeführt wird. Das Glykogen verschwindet, indem es weiter verwandelt und zerlegt wird. Die Geschwindigkeit, mit welcher seine Menge wechseln kann, beweist, dass diese weitere Umwandelung mit grösster Leichtigkeit vor sich geht. Mit Wahrscheinlichkeit, wie wir unten sehen werden, wird aus dem Glykogen in der Leber Zucker, der leicht diffusibel fort und fort mit dem Venenblute aus der Drüse entfernt oder zum Theil bereits in ihr weiter zerlegt wird. Der Glykogengehalt des Organs in dem bestimmten Moment, in welchem wir dasselbe untersuchen, hängt also ab von den gegenseitigen Beziehungen zwischen der Bildung und der Zerstörung des Glykogens. Während der Verdauung überwiegt die Erstere, und das Glykogen häuft sich auf; allmählich erfolgt dann die Bildung mit geringerer Intensität. Nichts indessen beweist, dass die Glykogenbildung je ganz erlöscht. Wenn wir nach bestimmter Hungerzeit in der Leber Glykogen nicht mehr vorfinden, so folgt daraus nur, dass in der Zeiteinheit gleichviel zerstört wie gebildet wurde. Man darf daher aus der Abwesenheit des Glykogens nicht schliessen, dass keines erzeugt wurde. Hierauf scheint man bisher zu wenig geachtet zu haben. Die jeweilig vorhandene Menge des Glykogens gibt uns keinen Anhaltspunkt für die Beurtheilung der überhaupt gebildeten Menge dieses Stoffes. Ist das Stadium des Glykogen-Gleichgewichts, in welchem also Bildung und Zerstörung gleichen Schritt halten, vorhanden, so kann eine Anhäufung auf zweierlei Art wieder erfolgen: einmal dadurch, dass ein Stoff in den Kreislauf eingeführt wird, aus welchem direkt das Glykogen sich bildet, oder aber ein Stoff, welcher durch eigenen Untergang die Zerstörung des Glykogens vermindert. Diese Alternative bringt für die Entscheidung der Frage nach dem Ursprung des Glykogens die grösste Schwierigkeit.

Die ersten Untersuchungen über diese unsere Frage rühren bekanntlich von Cl. Bernard her. Er verfütterte wie die Meisten seiner Nachfolger verschiedene Nahrungsmittel, die sich durch einen

besonders hohen Gehalt an bestimmten Nahrungsstoffen auszeichneten, deren Einfluss auf die Glykogenbildung geprüft werden sollte. Es ist aber ein Verdienst von Luchsinger[1]) und Salomon,[2]) zuerst eine grössere Reihe chemisch reiner Nahrungsstoffe nach strenger Methode verfüttert zu haben.

a) Glykogen-Anhäufung nach Fütterung mit Eiweiss und eiweissartiger Substanz.

Cl. Bernard liess im Collége de France Hunde 6—8 Monate lang ausschliesslich mit Fleisch füttern; man fand, wenn die Thiere während der Verdauung getödtet wurden, einen Zuckergehalt von fast 2% in der Leber.[3])

Gegen diese Versuche ist der Einwand erhoben worden, dass mit dem Fleisch möglicherweise Glykogen verfüttert worden sei. Es ist aber sehr unwahrscheinlich, dass gerade die geringen Mengen von Glykogen, welche im todtenstarren Fleische etwa noch vorhanden gewesen, sich so lange Zeit im Körper aufgestaut hätten, während alles Andere sich zersetzte; ja dass diese sich nicht alsbald im Darmkanal in Zucker verwandelt hätten. Cl. Bernard berichtet aber ausdrücklich, dass er nach reiner Fleischfütterung weder im Darmtractus noch im Blute der Ven. Portarum Zucker vorgefunden habe. Eben hiedurch verliert auch der Einwand, welchen man von dem Dextringehalt des Fleisches hergeleitet hat, viel von seiner Bedeutung.

In neuester Zeit hat Naunyn[4]) Hühner längere Zeit (bis zu 6 Wochen) mit ausgekochtem und ausgepresstem Pferdefleisch, welches mit Salz versetzt wurde, gestopft. Er fand sowohl im Muskel, wie in der Leber nicht unbedeutende Mengen von Glykogen.

Es fehlte aber nicht an negativen Resultaten bei Fütterung mit reiner eiweissartiger Substanz. Mit Hilfe der allein sichere

1) S. insbesondere Luchsinger's Inauguraldissertation: Experimentelle und kritische Beiträge zur Physiologie und Pathologie des Glykogens. Zürich. 1875.

2) Ueber die Bildung des Glykogens in der Leber. Virchow's Archiv Bd. LXI.

3) Cl. Bernard, Leçons de physiologie expérimentale 1855. I. p. 69.

4) B. Naunyn, Beiträge zur Lehre vom Diabetes. Archiv für exper. Pathologie III. S. 94.

Ergebnisse verbürgenden Darstellungsmethode von Brücke haben Dock, Weiss und Luchsinger nach Fütterung von reinem Eiweiss kein Glykogen in der Leber vorgefunden.

Dock[1]) liess ein Kaninchen 4 Tage hungern und injicirte dann am dritten Tage und in 2 Portionen am vierten im Ganzen 90 Gramm Hühnereiweiss in den Magen desselben. Ob aber das Eiweiss an den beiden Tagen resorbirt wurde, ist nicht nachgewiesen; gewiss lässt sich aus diesem einen Versuche kein bindender Schluss ziehen.

Luchsinger[2]) liess ein Huhn 1½ Tage fasten, fütterte es dann 2 Tage mit je ¼ Pfund reinen ausgesottenen Fleisches und darauf 5 Tage mit je ¼ Pfund in Kochsalzlösung gequollenen Fibrins, wobei das Huhn 80 Gramm an Gewicht verlor. Nun hätte während der Verdauung vielleicht eine Glykogen-Anhäufung in der Leber konstatirt werden können. Aber in dem obigen Versuche wurde das Thier erst dreizehn Stunden nach der letzten Fütterung getödtet, so dass angenommen werden muss, dass in jenem Organismus, dessen Ausgaben grösser waren als die Einnahmen, die geringen etwa aufgehäuften Mengen von Glykogen bis auf unwägbare Spuren wieder zerstört waren. Aus dem Nichtvorhandensein der Anhäufung eines Zwischenproductes bei einem bestimmten Regime kann eben auf die Nichtbildung nicht geschlossen werden. Ich weise nochmals darauf hin, dass Pettenkofer und Voit in ihren Versuchen nach Fütterung von viel Fleisch allein unter Umständen alle Elemente in den Ausgaben im Verlaufe von 24 Stunden wieder erhielten, so dass also eine Anhäufung irgend eines Zwischenproduktes nicht zu Stande kommen konnte. Auch hat insbesondere Voit den Nachweis geliefert, dass, um bei reiner eiweissartiger Nahrung z. B. Fett zur Ablagerung im Körper zu bringen, sehr bedeutende Quantitäten verfüttert werden müssen. Eine reine Eiweissnahrung befähigt sogar den Organismus in Folge des höher werdenden Eiweissstandes, mehr als bisher bei gemischter Nahrung zu zersetzen; so ist es eine durch exakte Versuche bestätigte Erfahrung, dass reichliche Eiweissnahrung fettarm macht.

---

1) Ueber die Glykogenbildung in der Leber und ihre Beziehungen zum Diabetes. Pflüger's Archiv V. 576.

2) Zur Glykogenbildung in der Leber. Pflüger's Archiv VIII. 292.

Dieser Thatsache entsprechend ging Weiss[1]) in seinen Experimenten über die Quelle des Leberglykogens zu Werke, indem er seine Versuchsthiere einer vorbereitenden Fibrindiät unterwarf, „um einen Ansatz von viel Glykogen zu verhüten."

Neue Untersuchungen über den Glykogengehalt der Leber nach Fütterung mit Eiweiss sollten, so tadelfrei wie möglich angestellt, beweisen, dass in der That reine, zweckmässige Eiweissnahrung genügt, um in der Leber Anhäufung von Glykogen hervorzurufen. Ich habe meine Versuche an Hühnern angestellt, die, zuvor mit Körnern ernährt, eine vorbereitende Hungerzeit von zweimal 24 Stunden durchmachten. Dann wurden sie mit einem Fleischpulver gefüttert, das auf folgende Weise bereitet war. Sehr mageres todtenstarres Pferdefleisch wird in platte Riemen geschnitten, aus denen man mit möglichster Sorgfalt alle nicht muskulösen Theile entfernt. Die Riemen werden in warmer Luft getrocknet, dann im Mörser zu feinstem Pulver zerstossen. Von diesem Pulver wussten wir, dass es wegen der stark sauren Reaktion beim Eintrocknen frei ist von Kohlehydraten, vor anderm Eiweissfutter aber sich durch leichte Aufnahmsfähigkeit und durch den Gehalt an allen Salzen des Fleisches vortheilhaft auszeichnet. Von Prof. Voit ist ein so zubereitetes Pulver schon früher öfters benützt worden. Das unserige enthielt auf 100 Theile lufttrockener Substanz 7.12 Wasser und auf 100 Theile trockenen Pulvers 2.07 Fett.

Die Darstellung des Glykogens geschah nach Brücke. Das Huhn wurde durch einen Schlag auf den Kopf getödtet und mit grösster Schnelligkeit die Leber excidirt und die Gallenblase entfernt. Die Leber wurde in tarirter Schale gewogen und in kochendes Wasser geschnitten. Nach einigen Minuten wurde das Wasser abgegossen und die Leberstückchen in einem heissen Mörser zerrieben. Der Brei wurde dann so lange ausgekocht, bis die Flüssigkeit colirt keine Opalescenz mehr zeigte. Dann schnelle Abdampfung der Flüssigkeit auf dem Wasserbade, darauf Abkühlung. Nach wechselndem Zusatz von Salzsäure und dem Brücke'schen Reagens wurde

1) Ueber die Quelle des Leberglykogens. Wiener Akad.-Ber. Bd. LXVII. 3. Abth. 1873. Januar.

filtrirt, das Filtrat mit dem dreifachen Volum starken Alkohols versetzt. Nach etwa 24 Stunden wurde das Glykogen filtrirt und ausgewaschen.

Mit den Muskeln (Pektorales) wurde in gleicher Weise verfahren. Nur genügte das Zerreiben im Mörser nicht. Da wir den Zusatz von Lauge scheuten, weil dadurch zur spätern Ausscheidung des Eiweisses bedeutende Mengen des Jodkalium-Quecksilberjodids nöthig werden, so wiegten wir den mit der Scheere zerkleinerten und tüchtig durchgekochten Muskel mit einem Wiegemesser so eilig wie möglich und erhielten so einen feinen Brei, aus welchem durch wiederholtes Extrahiren alles Glykogen gewonnen werden konnte.

Erster Versuch.

Ein Huhn von 1320 Gramm Gewicht vor der Eiweissfütterung erhält am 7. Dezember 1874 50.0 Fleischpulver, welches auf drei Fütterungen vertheilt wird. Mit Wasser lässt sich das Pulver leicht zu Kugeln kneten, die dem Thiere mit Bequemlichkeit beigebracht werden. (In allen diesen Versuchen bekamen die Thiere täglich frisches Wasser in den Käfig.) Dasselbe Futter am 8. Dezember. Am 9. und 10. je 40 Gramm[1]), immer auf dreimal am Tage; am 11. 50.0; am 12. 40.0; am 13., 14. und 15. je 50 Gramm; die letzte Portion von 15 Gramm Abends um 10 Uhr. Am 16. früh vier Uhr werden 15.0 und ebensoviel um 9½ Uhr Vormittags verfüttert. Da wir beabsichtigten, das Thier inmitten der Digestion zu untersuchen, so wurde es um 11 Uhr durch einen Schlag auf den Kopf getödtet. Es wog kurz zuvor 1455 Gramm. Die 28.65 Gramm wiegende Leber enthielt 0.446 Glykogen, gleich 1.56 auf 100 Theile feuchter Substanz. In den Mm. Pectorales fanden wir 0.251 % Glykogen.

Zweiter Versuch.

19. Dezember 1874. Gewicht des Huhns vor dem Hungern = 1653, nach dem Hungern = 1585.

Vom 21. bis zum 25. Dezember erhält das Thier täglich 50 Gramm Fleischpulver in 3 Portionen; dann, da die Entleerungen stark flüssig werden, an den beiden folgenden Tagen nur je 40; am 28. und 29. wieder 50.0 Grm.; die letzte Portion Abends um 10 Uhr. Am 30. Dezember um 4 Uhr Früh und um 8½ Uhr Vormittags je 20.0. Tödtung um 10½ Uhr.

Gewicht des Huhnes vor der Tödtung 1718. Da das Gewicht des gesammten Darminhaltes 105.4 betrug, so hatte das Huhn in minimo um 27.6 Grm. zugenommen.

Die 41.1 Gramm schwere Leber enthielt 0.598 Glykogen, gleich 1.45 %. In den Mm. Pectorales fanden wir 0.454 %.

---

1) Wir konnten nur 40.0 Gramm geben, weil der Kropf sonst zu stark gedehnt worden wäre.

Aus unserm Versuchsprotokoll heben wir hervor, dass beide Hühner sich bei der Sektion als sehr fettreich erwiesen. Die Lebern waren ziemlich dunkel und derb.

Aus diesen Versuchen folgt, dass Leber (und Muskeln) von Hühnern, welche vorher zwei Tage gehungert haben, nach Fütterung mit hinreichenden Mengen einer zweckmässig ausgewählten Eiweisskost während der Verdauung ziemlich reichliche Mengen von Glykogen enthalten.

Sicherlich wurden in diesen Versuchen bedeutende Mengen von Glykogen gebildet, kamen aber, wie dies auch für andere Zwischenprodukte bei reicher Eiweissnahrung gilt, zum Theil schnell zur weitern Zerlegung. Oben habe ich bereits darauf hingewiesen, wie wichtig es ist, genau zu beachten, wie lange nach der letzten Fütterung das Versuchsthier getödtet wird. Ich will nun zeigen, wie schnell selbst bei gutem Ernährungszustande eines Thieres das einmal aufgehäufte Glykogen bei Fleischfütterung der Leber entzogen oder in ihr umgewandelt wird.

Dritter Versuch.

3. Januar 1875. Ein Huhn, bisher mit Körnern gefüttert, wiegt 1204 Grm.; nach zweitägigem Hungern 1139 Grm. Das Thier bekommt, auf gewöhnliche Weise gefüttert, vom 5. bis zum 9. 40.0 Fleischpulver täglich; dann, da der Kropf stark gefüllt bleibt, vom 10. bis 12. Januar nur je 30 Gramm. Auch jetzt bleiben noch zwischen zwei Fütterungen Nahrungsreste im Kropfe, die jedenfalls bürgen, dass das Huhn sich in ständiger Verdauung befand. Am 13. Abends 5 Uhr letzte Fütterung. Tödtung am 14. Morgens 10 Uhr, also nachdem das Thier 17 Stunden gehungert hatte.

Gewicht des Huhnes vor der Tödtung = 1092. Die Leber, 70.1 Grm. wiegend, enthielt 0.102 Glykogen, = 0.145 %; die Pectorales 0.211 %.

Vierter Versuch.

7. Januar 1875. Gewicht des Huhns vor dem Hungern 1020; nach dem Hungern 944.

Fütterung wie oben; am 9. und 10. je 40.0, dann bis zum 15. je 30 Gramm in 3 Portionen. Um zu zeigen, dass bei diesem Regime das Thier an Gewicht zunahm, wurde es am 15. vor der letzten Fütterung gewogen. Gewicht = 970. Dann erhält es am 16. 50.0, am 17. und 18. 50.0. Am 19. Früh vor der Fütterung wog es 986. Es war sehr munter und nach unsern obigen Befunden ein nicht unbeträchtlicher Glykogengehalt der Leber während der Digestion vorauszusetzen. Das Thier hungert nach der letzten Fütterung bis zur Tödtung 24 Stunden.

Die 18.4 Grm. schwere Leber enthielt nur mehr 0.041 Glykogen, gleich 0.22 %; die Pectorales 0.162 %.

Diese beiden letzten Versuche zeigen, wie schnell das Glykogen selbst nach bedeutenderer Anhäufung unter günstigen Umständen aus der Leber verschwindet.

Ist nunmehr durch frühere und die eigenen Versuche festgestellt, dass durch reine Eiweissnahrung die Bedingungen für die Glykogenanhäufung gegeben sind, so gilt dasselbe unzweifelhaft für Leimfütterung. Auch dies ist zuerst durch Cl. Bernard geprüft worden. Derselbe gab einem kleinen Hund acht Tage lang nur Fleisch, liess ihn dann vier Tage fasten und verfütterte während weiterer 6 Tage je 20 Gramm Gelatine mit 370 Wasser. Die Leber enthielt 1.33 % Zucker [1]).

Die ersten ganz tadelfreien Untersuchungen hierüber verdanken wir Salomon [2]), der bei sieben Kaninchen, welche einige (3—4) Tage gehungert hatten und dann an zwei weitern Tagen nur Gelatine erhielten, folgende Glykogenmengen in den Lebern fand:

1) 0.588; 2) 0.707; 3) 1.150; 4) 0.520; 5) 0.082; 6) 0.366; 7) 0.5.

Luchsinger theilt in seiner Inaugural-Dissertation neue Versuche hierüber mit. Auch er kam zu positiven Resultaten.

Nach Leimfütterung ist die Glykogenanhäufung im Allgemeinen nicht bedeutend; analog der von Pettenkofer und Voit eruirten Thatsache, dass der Leim auch für den Ansatz des Fettes eine nur untergeordnete Rolle spielt.

b) Fütterung mit Kohlehydraten.

Die bedeutende Glykogenanhäufung, welche nach Verfütterung von Kohlehydraten in der Leber statthat, ist von allen Forschern, die sich mit dem Glykogen beschäftigt haben, konstatirt worden. Die von Cl. Bernard ursprünglich aufgestellte und vertheidigte Hypothese, dass das Glykogen sich aus Eiweisskörpern bilde, verfütterte Kohlehydrate aber in Fett übergingen, wurde durch Pavy [3]) zuerst angegriffen, welcher einen direkten Uebergang von Zucker in Glykogen annahm. Später haben, bevor Brücke seine Darstellungsmethode

1) l. c. pag. 139.
2) l. c. S. 252.
3) Untersuchungen über Diabetes mellitus, dessen Wesen und Behandlung. Dtsch. von W. Langenbeck, Göttingen. 1864.

angegeben, hauptsächlich Tscherinoff [1]) und Mac Donnell [2]) den Einfluss der Kohlehydrate auf die Ansammlung des Leberglykogens geprüft und sich Pavy hinsichtlich der Deutung ihrer Befunde angeschlossen.

Nach Brücke's Methode haben zuerst Dock [3]) im Züricher Laboratorium, dann Luchsinger [4]) und Salomon [5]) gearbeitet. Diese Forscher haben durch exakte Versuche bewiesen, dass Traubenzucker glykogenanhäufend wirke. Dasselbe gilt nach den beiden letztern Forschern auch von Rohr-, Frucht- und Milchzucker; wahrscheinlich nicht von Mannit [6]).

c) Andere Stoffe.

Zuverlässige Resultate über das Glycerin erhielt zuerst Weiss [7]), der an Hühnern experimentirte. Luchsinger und Salomon haben auch bei Kaninchen nicht unbedeutende Mengen von Glykogen nach reiner Glycerinfütterung gefunden.

Mit Fetten hat zuerst Cl. Bernard [8]) experimentirt. Nach diesem Forscher wirken Fette auf den Zuckergehalt der Leber wie die absolute Abstinenz. Schon Rollo empfahl Fettnahrung bei Diabetes mellitus. Ebenso Pavy. Auch die späteren Forscher bestätigen den negativen Einfluss der Fette auf die Anhäufung des Leberglykogen. Nur Salomon berichtet in seiner oben citirten Abhandlung (S. 354) von einem positiven Erfolg nach Fütterung mit Olivenöl bei Kaninchen. Die Versuchszeit dauerte 4½ Tage, die durchschnittliche Menge des Leberglykogens betrug 0.377 Gramm. [9])

1) Wiener Akad.-Ber. Bd. 51. II. 1865. S. 412. und Virchow's Arch. Bd. 47. S. 102.

2) Comptes rendus. T. 60. p. 693.

3) l. c.

4) Inaugural-Dissertation und Pflüger's Arch. VIII. S. 289.

5) l. c.

6) Von dem Letztern hat Luchsinger gezeigt (Dissert. S. 26), dass er in beträchtlicher Menge im Harne wieder erscheint.

7) l. c.

8) l. c. S. 136.

9) Das gewonnene Glykogen unterschied sich in Nichts von dem gewöhnlichen Leberglykogen.

Salomon ist der Ansicht, dass das Glycerin der hier, wenn auch sehr geringfügig wirksame Bestandtheil des Oeles gewesen sei.

Milchsäure und Weinsteinsäure bewirkten in einigen Versuchen Luchsinger's keine Glykogenanhäufung.

Wir haben uns in dieser Skizze hauptsächlich mit dem Glykogen der Leber beschäftigt. Von einigen Stoffen wie Zucker und Glycerin ist vorzüglich durch Luchsinger nachgewiesen worden, dass sie auch die Menge des Muskelglykogens vermehren. Ueber das Letztere haben wir zuerst durch Weiss [1]) erfahren, dass es bei Hühnern (in den Pectorales) eine grössere Stabilität besitzt als das Glykogen der Leber. Zu demselben Resultate ist Luchsinger gekommen. Auch unsere oben angeführten Versuche zeigen, dass die Pectorales von Hühnern nach längerer reiner Eiweissfütterung, 17 Stunden nach der letzten Nahrungszufuhr untersucht, noch 0.211 %, und 24 Stunden darnach noch 0.162 % enthielten, während das Leberglykogen bereits auf ein Minimum geschwunden war.

Fassen wir zusammen, was wir über den Einfluss der Nahrung speciell auf das Leberglykogen wissen, so hat sich herausgestellt, dass die bedeutendste Anhäufung von Glykogen sich findet nach reichlicher Zufuhr von Kohlehydraten; dass aber auch Eiweiss und Leim in demselben Sinne wirken; ebenso Glycerin, aber gar nicht oder nur in geringem Grade die Zufuhr von Fett.

§. 3. Die bisherigen Theorien der Glykogenbildung.

Es ist bekannt, dass Cl. Bernard eine direkte Umwandlung von Zucker in Glykogen ursprünglich nicht annahm. Seine Versuche [2]) zeigten, dass nach Zuckerfütterung der Zuckergehalt der Leber bei Hunden sich nicht vermehrte. Dagegen fand sich im Leberdecoct in grösserer Menge ein Körper vor, welcher der Abkochung ein opakes Ansehen gab, von Cl. Bernard für Fett gehalten, später aber als Leberamylum erkannt wurde. Alle späteren Untersuchungen haben bestätigt, wie wir oben gesehen, dass gerade Zuckerzufuhr die Menge des Leberamylums am Bedeutendsten ver-

1) Wiener Akad.-Ber. 64. II. 1871. S. 290.

2) l. c. pag. 142.

mehrt. Wie Cl. Bernard ursprünglich annahm, dass aus dem Zucker jener von ihm für Fett gehaltene Körper entstehe, so behauptete man nun, der Zucker des Blutes der Pfortader verwandle sich in der Leber in Glykogen. Das durfte um so eher geschehen, als Pavy in seinen bedeutungsvollen Untersuchungen über den Diabetes mellitus zu dem Schlusse kam, dass die von Cl. Bernard aufgestellte Hypothese von der zuckerbildenden Funktion der Leber hinfällig sei. Denn nur die Leber der Leiche enthalte, so sagt Pavy, grössere Mengen von Zucker als Produkt einer cadaverösen Umsetzung, die lebendige, mit allen Cautelen untersucht, sei zuckerfrei. In der Leber werde vielmehr der aus dem Darm übergeführte Zucker verarbeitet und in Glykogen, welches man später Glykophthirium nennen wollte, verwandelt; das Letztere gehe aber nur unter abnormen Verhältnissen in Zucker über. Pavy zeigte auch, dass der vermeintlich hohe Gehalt des Lebervenenblutes an Zucker, wie er zuerst nach Cl. Bernard's Versuchen angenommen war, thatsächlich nicht gefunden werde, wenn man, ohne Circulationsstörungen zu verursachen, das Blut gewinnt.

Nicht allein für die Hypothesen der Glykogenbildung, sondern auch insbesondere für die Lehre vom Diabetes mellitus sind diese Sätze Pavy's von grösster Bedeutung gewesen, insofern die Meisten nach seinem Vorgange den Zucker in der Leber für ein Leichenprodukt halten. Es erscheint daher durchaus nothwendig, die Pavy'sche Behauptung, dass die Bildung von Zucker aus Glykogen in der Leber ein Leichenphänomen sei und unter physiologischen Bedingungen nicht geschehe, kurz zu besprechen. Ueber den Zuckergehalt der lebensfrisch untersuchten Leber lauten die Angaben der Autoren verschieden. Mehrere haben Pavy's Behauptung bestätigt, Andere haben stets Zucker gefunden, z. B. Salomon (s. d. citirte Arbeit). Auch Herr Prof. Voit autorisirt mich zu der Mittheilung, dass er sich von dem Zuckergehalte vorsichtig untersuchter Lebern des Oeftern überzeugt habe. Wenn aber auch die Leber normaliter gar keinen oder nur Spuren von Zucker enthält, so beweist dies gegen die zuckerbildende Funktion durchaus Nichts. Denn ein Organ kann leicht grosse Mengen eines bestimmten Stoffes produciren, ohne, in einem gegebenen Moment untersucht, kaum mehr als Spuren davon auf-

zuweisen. Prof. Voit hat dies schon mehrmals hervorgehoben, ohne damit besondere Beachtung gefunden zu haben [1]). Er erinnerte daran, dass das Extrakt der Nieren, wenn überhaupt, nur Spuren von Harnstoff enthält, obwohl täglich eine nicht unbedeutende Menge davon diese Organe passirt; wie desgleichen im Leberextrakte nur sehr geringe Mengen von Gallebestandtheilen nachweislich sind. Prof. Voit hat weiterhin gesagt, dass die Säure des Muskels kein Leichen- oder Fäulnissprodukt ist, wie so viele meinen, weil der frische Muskel neutral, der dem Kreislauf entzogene in kurzer Zeit sauer reagirt, sondern, dass sie ein Stoff ist, der beständig während des Lebens entsteht, und auch noch eine Zeit lang nach dem Ausschluss des Muskels vom Blute, aber in letzterem Falle wegen Sistirung der Circulation nicht weggeführt wird. In gleicher Weise wird nach Voit's Ausspruch in der Leber stets Zucker erzeugt; so lange das Blut regelmässig circulirt, wird die geringe, in einem Moment vorhandene Menge alsbald fortgeschwemmt, während sich mit der Unterbrechung der Circulation der noch eine Zeit lang fort entstehende Zucker anhäufen muss. Man trifft desshalb nach ihm für gewöhnlich nur diejenigen Zersetzungsprodukte in den frischen Organen an, welche schwerer in Wasser löslich sind, so z. B. Kreatin, Sarkin, Leucin etc., oder welche langsamer diffundiren. Es ist nach den Anschauungen von Prof. Voit unbegreiflich, wie man aus so einfach sich erklärenden Thatsachen den Schluss ziehen konnte, dass wenige Minuten nach dem Gesammttode des Thieres cadaveröse Processe, ganz verschieden von den normalen, sich einstellen. Auch Cl. Bernard bezeichnet Pavy's Ansicht, dass die Zuckerbildung ein Leichenphänomen sei, geradezu als unwissenschaftlich. [2]) Zwischen den vitalen und postmortalen Phänomenen gebe es keine feste Grenze. „Das Thier stirbt nicht plötzlich in allen seinen Theilen. Der Tod tritt nicht ein, indem die Lebenskraft plötzlich vom Schauplatze verschwindet und in dem-

1) Z. B. diese Zeitschrift 1868. Bd. IV. S. 137.

2) In einer Abhandlung, die in der Revue des Cours scientifiques publicirt worden. Sie ist uns bisher nur in der Uebersetzung: „Lectures on diabete and the glycogenic function of the liver“. The London Medical Record 1873. p. 628 zugänglich gewesen.

selben Moment überall Tod an die Stelle von Leben tritt." Es wird nicht mehr lange währen, so wird die Pavy'sche Erklärung, welche so viel Aufsehen gemacht hat, ganz verlassen sein. Es machen sich schon von anderen Seiten richtigere Anschauungen geltend. So macht z. B. Heidenhain, als er im normalen Pankreassekret überaus viel Ferment, in der lebenden Sekretionszelle keines gefunden hatte, die Bemerkung (Arch. f. d. ges. Physiol. 1875 Bd. 10. S. 629): „Diese Thatsache ist ganz geeignet, die Glaubwürdigkeit mancher bis jetzt unbeanstandet (?) verbreiteter physiologischer Ansichten zu erschüttern. Seit den Untersuchungen Pavy's und Ritter's wird es z. B. von den meisten Physiologen als sicher angesehen, dass im Normalzustande eine Umsetzung des Leberglykogens in Zucker nicht vorkomme, weil man in der frischen Leber keinen Zucker oder nach Einzelnen doch nur Säure vorfindet. Aber es dürfte hier leicht ebenso stehen, wie im Pankreas, der Art nämlich, dass jede kleine Menge des in dem Organe gebildeten Umsetzungsproduktes sofort aus demselben herausgeschafft wird". Wie man sieht, ist dies die gleiche Auffassung, welche Prof. Voit vor nunmehr sieben Jahren ausgesprochen hat. Ich glaube, es ist durch nichts erwiesen, dass der Zucker ein cadaveröses oder pathologisches Produkt ist, es ist vielmehr festgestellt, dass er ein normales Produkt der Leberthätigkeit ist, und dass er aus dem Glykogen, aus dem er so leicht durch allerlei Einwirkungen erzeugt werden kann, sich bildet. Es ist daher schon aus diesem Grunde im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass der der Leber aus dem Darm zugeführte Zucker in Glykogen übergeht. Wir mussten unsern Standpunkt in dieser Frage erst darlegen, ehe wir unser eigentliches Thema fortführen konnten.

Die von Pavy weiterhin aufgestellte Hypothese, dass in der Leber der Zucker der Pfortader zu Glykogen werde, welche auf der bekannten Thatsache des grossen Glykogengehaltes der Leber nach reichlicher Zuckerfütterung beruhte, ist ebenfalls von den meisten späteren Forschern acceptirt worden.

In neuester Zeit wird sie vorzugsweise von Luchsinger — zuletzt in seiner oben citirten gehaltreichen Inaugural-Dissertation — vertreten. Luchsinger bezeichnet die Pavy'sche Ansicht als die

Hypothese der Anhydridbildung, welchen Namen wir im Folgenden beibehalten wollen [1]).

Gegenüber der Hypothese der Anhydridbildung wurde zuerst von Tscherinoff [2]), der im Brücke'schen Laboratorium arbeitete, auf eine andere Möglichkeit, die Glykogenanhäufung nach Zuckerzufuhr zu erklären, aufmerksam gemacht, welche Prof. Voit schon alsbald nach seinen Untersuchungen über die Fettbildung aus Kohlehydraten in seinen Vorlesungen und Cursen gelehrt hatte. „Es kann nämlich normaler Weise eine stete Bildung, beziehungsweise Ablagerung und ein steter Verbrauch von Glykogen in der Leber stattfinden. Ist nun eine andere leicht oxydirbare Substanz im Blute vorhanden, also z. B. der Zucker, beziehungsweise seine nächsten Verwandelungs- und Zersetzungsprodukte, so wird der Verbrauch des Glykogens gehemmt, es häuft sich in Folge davon in der Leber an."

Auch diese Hypothese, welche wir mit Luchsinger als die Ersparnisshypothese bezeichnen wollen, hat ihre Anhänger gefunden, zuletzt in S. Weiss, der ebenfalls im Wiener Laboratorium arbeitete.

Wie man sieht, gehen die beiden eben dargelegten Hypothesen von dem Einflusse der Zuckerzufuhr auf die Glykogenbildung in der Leber aus. Wenn man nun die Thatsache beachtet, dass auch nach reiner Eiweissfütterung, nach Leimfütterung ebenso wie nach Zucker- und Glycerinzufuhr [3]) Glykogenanhäufung statthat, so kommt man zu dem Schlusse, dass die Glykogenbildung in gewissem Sinne unabhängig von den eingebrachten

1) Ich will übrigens hier gleich beifügen, dass Luchsinger trotz der von ihm eifrigst verfochtenen „Hypothese der Anhydridbildung" nebenbei eine Zuckerbildung aus Glykogen in der Leber für sehr wohl denkbar hält. Da Luchsinger es sehr wahrscheinlich gemacht, dass beim Stichdiabetes der Harnzucker aus dem Leberglykogen stammt, so werden wir in unserer Ueberzeugung von der normalen Zuckerproduktion in der Leber nur bestärkt; denn eine wesentliche Differenz zwischen pathologischen und physiologischen Vorgängen vermögen wir nicht anzuerkennen.

2) S. dessen erste Arbeit. S. 418.

3) Wobei wir annehmen wollen, dass auch die Glykogenvermehrung nach Oelfütterung (Salomon) auf das Glycerin zu beziehen ist.

Nahrungsstoffen geschieht. Man müsste denn die Ansicht hegen, dass Eiweiss, Leim, Glycerin, Rohr- Milch- und Fruchtzucker nur in so weit zur Glykogenbildung beitragen, als sie in Traubenzucker verwandelt werden. Denn das Glykogen, welches man nach Verfütterung aller jener Nahrungsstoffe in der Leber gefunden, war stets eines und dasselbe wie Jenes, welches nach Traubenzuckerfütterung oder überhaupt aus der normalen Leber im Zustande der Digestion dargestellt werden kann. Was das Glycerin betrifft, so ist von verschiedenen Seiten die Vermuthung ausgesprochen worden, dass es sich im Organismus in Traubenzucker verwandele. Zuletzt hat Luchsinger diesen Uebergang gegenüber den Weiss'schen Versuchen, welcher den Effekt der Glycerinzufuhr im Sinne der Ersparnisstheorie deutete, wahrscheinlich zu machen gesucht. Beweise aber liegen noch nicht vor. Dass Rohrzucker zum grössten Theile sich im Darme in Traubenzucker verwandelt, wird ziemlich allgemein angenommen, — ob auch Milch- und Fruchtzucker, muss dahin gestellt bleiben. Schliesslich ist Luchsinger[1]) zu der Ueberzeugung gekommen, dass die mannigfachen chemischen Beziehungen, welche zwischen Leim und Zucker früher bereits geltend gemacht wurden, wichtige Stützen für die Annahme einer Glykogenbildung aus Leim liefern; und er meint, dass die Verwandtschaft zwischen Leim und Eiweisskörpern erst jetzt mit Recht an die Möglichkeit der Glykogenbildung auch aus Letzteren denken liesse.

Welches nun auch die Beziehungen zwischen den genannten Stoffen und dem Traubenzucker sein mögen, jedenfalls bleibt es Aufgabe der Hypothese der Anhydridbildung, den Uebergang von Zucker in Glykogen zu beweisen. Luchsinger hat unzweifelhaft Recht, wenn er eine allzu grosse Scheu vor der Annahme synthetischer Processe im Organismus als unnöthig zurückweist; bestimmte Synthesen sind ja allseitig angenommene Thatsachen. Luchsinger ist daher gewiss nicht im Rechte, Voit eine solche Scheu im Allgemeinen vorzuwerfen. (S. l. c. S. 44.) Berechtigt aber ist eine gewisse Scheu vor unbegründeten Synthesen.

---

1) l. c. S. 65.

Die Beweise für die Synthese des Glykogens aus Zucker stehen annoch auf schwachen Füssen.

Die Substitutionsversuche, in denen man durch die Zufuhr eines bestimmt charakterisirten Zuckers ein entsprechend charakteristisches Glykogen zu erzielen suchte, haben bisher ein negatives Resultat gegeben. Oben bereits sahen wir, dass in den jüngst von Luchsinger ausgeführten Versuchen nach Fütterung von Frucht- und Milchzucker gewöhnliches Glykogen wie nach normaler Nahrung gewonnen wurde. Auf Grund der Thatsache, dass es — nach Schützenberger — ein acetylirtes Glykogen gibt, verfütterte Salomon[1]) Monacetylsaccharose. Er erhielt in drei Versuchen an Kaninchen:

1) 0.438; 2) 0.514 und 3) 0.716 Glykogen,

welches sich „weder in seinem physikalischen Verhalten noch hinsichtlich der Reactionen von gewöhnlichem Glykogen unterschied."

Wie wenig die sonst angestrebten Beweise einer direkten Umwandelung des Zuckers in Glykogen befriedigen können, hat Luchsinger selbst gebührend hervorgehoben. Um darzuthun, dass der Zucker des Pfortaderblutes in der Leber in jenen ursprünglich für Fett gehaltenen Körper übergehe, welcher der Leberabkochung die Opalescenz verleihe, hatte Cl. Bernard[2]) einem Kaninchen etwa 20 Gramm Traubenzucker in Lösung in den Magen und einem andern etwa 10 Grm. unter die Haut, beidemal mit einem Zusatz von Blutlaugensalz, injicirt. Bei beiden Thieren gab der Urin, eine Stunde nach der Injection untersucht, die Reaction des Blutlaugensalzes, während der Zucker nur beim zweiten Kaninchen in den Harn übergegangen war; bei dem ersten war also der Zucker, so schloss Bernard, in der Leber zurückgeblieben.

In einem ähnlichen Versuche injicirte Schöpffer[3]) unter Naunyn's Leitung Traubenzuckerlösung bei Kaninchen in die Vena cruralis und später denselben Thieren in eine Vena mesaraica. Auch er fand, dass nach der ersten Operation der Harn zucker-

1) l. c. S. 371.

2) Leç. de physiol. expérim. I. pag. 150 ff.

3) Beiträge zur Kenntniss der Glykogenbildung in der Leber. Arch. f. exper. Pathol. 1873. I. S. 72.

haltig wurde, nach der zweiten nicht, vorausgesetzt, dass man sehr langsam injicirte. Weiter hat dann Heidenhain[1]) — ebenfalls unter Naunyn's Leitung — nach Zuckerinjectionen in einen Ast der Pfortader die Leber auf Glykogen untersucht, nachdem vor der Injection ein kleines Stück zur Glykogenbestimmung excidirt war. Er fand nach Einspritzungen von 4 bis 9 Gramm Zucker eine allerdings unbeträchtliche Vermehrung des Glykogens.

Man sieht leicht, dass durch alle diese Versuche keine Entscheidung für die Hypothese der Anhydridbildung gebracht wird. Es ist durchaus plausibel, dass sowohl der vom Magen und Darm resorbirte Zucker als auch der langsam und in geringer Menge in die Pfortader injicirte Zucker zum Theil schon in der Leber zerlegt wird, und so im Sinne der Ersparnisshypothese zur Anhäufung von Glykogen Gelegenheit gibt; zum Theil mag er nach Passirung der Leber in den allgemeinen Kreislauf gelangen, doch in so geringer Menge und Concentration, dass, worauf auch Luchsinger aufmerksam macht, eine Ausscheidung durch den Harn nicht erfolgt.

Luchsinger hat nun versucht, [2]) durch eine „überlebende" Leber nach der Ludwig'schen Methode zuckerhaltiges Blut zu leiten und den Einfluss auf die Glykogenbildung zu prüfen. In einem Versuche fand er in der Leber eines Hundes, der drei Wochen vor dem Tode gehungert hatte, nach Durchleitung von zuckerhaltigem Hundeblute, 0.327 Gramm Glykogen. Da der Einwand gemacht werden musste, dass diese Menge noch s. g. Restglykogen darstellen könne, so wurde in weiteren Versuchen vor der Durchleitung des zuckerhaltigen Blutes ein Controlelappen abgebunden und auf Glykogen untersucht. In einem solchen Versuche erwies sich eine Zunahme des Glykogengehaltes von 0.6 auf 1.3 %. Aber auch dieses einen Versuches Beweiskraft wird, abgesehen von der Möglichkeit der Erzeugung des Glykogens aus zerfallendem Eiweiss, erschüttert, wenn die Vertheilung des Glykogens, wie Luchsinger selbst schon hervorhob, nicht über das ganze Organ gleichmässig angenommen werden darf. [3])

1) Siehe bei Naunyn, l. c. S. 88.
2) Dissertation, S. 58.
3) Vergl. v. Wittich, Medic. Centralbl. 1875. Nr. 8.

Die andern „Durchströmungsversuche" Luchsinger's hatten ein negatives Resultat. —

So ist denn der physiologische Beweis für die direkte Umwandelung des Zuckers in Glykogen und für die Berechtigung, die Hypothese der Anhydridbildung auf die Resultate reiner Eiweiss-, Leim- und Glycerinfütterung zu übertragen, bislang nicht erbracht worden.

Sehen wir nun zu, inwieweit die Ersparnisshypothese zur Erklärung der Glykogenanhäufung in den Organen unter verschiedenen Bedingungen ausreicht. Mir war es bei Aufnahme meiner Arbeit darum zu thun, durch möglichst prägnante Versuche zu prüfen, ob die Ersparnisshypothese eine Giltigkeit beanspruchen könne oder nicht. Bevor wir jedoch hierauf näher eingehen, ist es nothwendig, genau zu definiren und festzuhalten, was diese Hypothese aussagt, damit nicht über Dinge gestritten werde, die in der Luft schweben. So wie Tscherinoff dieselbe zum Erstenmale ausgesprochen, ist ein wesentlicher Theil nicht klar genug gehalten, und die Folge davon war, dass ihr ein Fehler musste zugesprochen werden, den sie im Princip nicht besitzt. Wenn die Ersparnisshypothese aussagt, dass Glykogen nach Zuckerfütterung aufgehäuft werde, weil Zucker, der ins Blut geräth, leichter verbrennt und hiedurch das Glykogen vor weiterer Umwandelung schütze, so soll damit nicht gesagt sein, — wir wenigstens würden das für entschieden falsch halten —, dass der Zucker im Blute verbrannt werde, und dadurch, dass er eine bestimmte Menge disponibeln Sauerstoffs für sich in Beschlag nehme, das Glykogen vor der Oxydation bewahre. Das würde allerdings, wie Luchsinger vorwirft, den Principien der heutigen Physiologie widersprechen und müsste a priori nach Allem, was man weiss, verworfen werden. Denn nicht im Blute gehen die Verbrennungen vor sich, sondern in den Geweben, und nicht der Sauerstoff ist das primäre Agens des Stoffumsatzes im Thier, sondern der lebendige Inhalt der Zellen: das haben die Untersuchungen von Voit, Hoppe-Seyler, Pflüger u. A. zur Genüge dargethan. Das ist auch die Grundlage der Ersparnisstheorie. Diese hält das Glykogen für ein von der Nahrung im Allgemeinen unab-

hängiges Produkt der unter dem Einflusse des Gewebesaftstromes thätigen Zellen. Dieses, so lange der Saftstrom die Zelle belebt, gebildete und in der Zelle sich ablagernde Glykogen wird entsprechend den Bedingungen der Zellen weiter verwandelt und zersetzt. Mit grosser Wahrscheinlichkeit wird das Glykogen durch ein diastatisches Ferment in den löslichen, diffusibeln Zucker verwandelt, der wieder durch die Thätigkeit von Zellen in weitere, zum Theil noch unbekannte Spaltungsprodukte zerfällt, in welche immer mehr Sauerstoff eintritt, bis sie schliesslich in Kohlensäure und Wasser übergeführt sind. Von der Quantität des im Blute circulirenden und durch dieses den Organen zugetragenen Zuckers wird es abhängig sein, wie viel Glykogen die normalen Umwandelungen durchmacht. Bei reichlichem Zuckergehalt des Blutes, wenn also die Zellen des Organismus mit der Spaltung des Zuckers vollauf beschäftigt sind, wird aus den Glykogen enthaltenden Zellen das Letztere in geringerer Menge, in Zucker verwandelt, dem Blute beigefügt werden, also bis zu einem gewissen Grade in den Zellen (der Leber u. s. w.) aufgehäuft bleiben. Ist aber der Zuckergehalt des Blutes und der Säfte gering, so kann es zu einer stärkern Anhäufung von Glykogen nicht kommen; ja während des Hungerzustandes wird das Glykogen — so stetig wie es gebildet, so stetig auch wieder zersetzt werden; dann wird man (wie in der Kaninchenleber nach 5—7 Hungertagen) nur wenig oder gar kein Glykogen vorfinden.

So formulirt, steht die Ersparnisshypothese wohl sicher auf dem Boden der heutigen Physiologie, welche die Zellen als die lebendigen Actoren des Stoffzerfalls in Anspruch nimmt. Sie bringt in einem concreten Falle zum Ausdruck, was unsere bedeutendsten Lehrer von den Zersetzungen im Thierkörper im Allgemeinen nachgewiesen haben. Die erste hiehergehörige Thatsache, dass die Zersetzung in einem Organe theilweise unabhängig vom Sauerstoff geschehe, verdanken wir G. von Liebig, welcher im Jahre 1850 den Nachweis lieferte, dass der ausgeschnittene Muskel in einer sauerstofffreien Atmosphäre Arbeit leisten und Kohlensäure produciren könne, eine Thatsache, welche L. Hermann bestätigte und richtig deutete. Folgte hieraus, dass für ein Gebiet der Lebensäusserungen im thieri-

schen Organismus der Zerfall complicirter Molecüle und nicht einfache Annagung durch den Sauerstoff in Anspruch genommen werden muss, so ist in ganz allgemeinem Sinne für den Gesammtkörper zuerst und wiederholt von Voit in seinen Aufsätzen über die thierische Ernährung darauf hingewiesen worden, dass für die Umsetzungen im Organismus die Sauerstoffaufnahme ein durchaus secundärer Vorgang ist, und dass gewisse, in die Zellen gelangende Stoffe nicht desshalb andere ersparen, weil sie den Sauerstoff vorwegnehmen, sondern weil sie durch ihren eigenen Zerfall die Bedingungen für den Zerfall der anderen Stoffe in den Zellen aufheben. Zu dem gleichen Resultate von der Unabhängigkeit der chemischen Umsetzungen im Thierkörper vom Sauerstoff ist später auch Pflüger auf anderm Wege gelangt[1]).

Die Ersparnisshypothese ist nicht nur nicht unphysiologisch; sie hat auch, nachdem der Nachweis geführt ist, dass bei jeder Art von Ernährung Glykogen unter günstigen Verhältnissen sich anhäufen kann, von vornherein die grössere Wahrscheinlichkeit. Warum gerade nach Verfütterung von Kohlehydraten die grössten Mengen von Glykogen in der Leber und andern Organen gefunden werden, erklärt sich durch die ausserordentlich leichte Spaltbarkeit des Zuckers und die leichte Oxydationsfähigkeit der Spaltungsprodukte desselben im thierischen Organismus.

Aber man hat gesagt, dass der Zucker im Thierkörper nicht so leicht verbrenne, sondern vielmehr sehr schwer oder gar nicht; man hat dies aus den bekannten Versuchen von Scheremetjewski[2]) und aus den Resultaten der Zuckereinspritzungen in das Blut geschlossen, und man könnte hierin vielleicht einen Haupteinwand gegen die Ersparnisshypothese finden. Die letztere legt indessen, wie wir gesehen haben, das Gewicht auf den durch Zellthätigkeit bewirkten Zerfall der als sparend gedachten Stoffe, nicht auf die sofortige Beschlagnahme von Sauerstoff durch dieselben. Was in dieser Hinsicht den Zucker betrifft, so haben Pettenkofer und Voit durch zahlreiche Versuche an Menschen und Thieren den bestimmtesten Nachweis geliefert, dass die grössten Mengen von Zucker mit Leichtig-

1) S. Pflüger's Archiv Bd. VI S. 52.

2) Sitzungsberichte der kgl. Sächs. Ges. d. Wissen. 20. 1868. S. 154. Vergl. übrigens Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiologie Bd. 10. S. 266.

keit in Zeit von 24 Stunden im Thierkörper zerlegt und allmählich bis zu Kohlensäure und Wasser oxydirt werden. Wenn Scheremetjewski nach Injektionen von Traubenzucker ins Blut keine Aenderung der in der nächsten Zeit ausgeschiedenen Kohlensäure und der aufgenommenen Sauerstoffmenge fand, während milch- und capronsaures Natron oder Glycerin eine Steigerung jener Processe bewirkten, so erklärt sich dieses Resultat nach den Erfahrungen von Pettenkofer und Voit ganz einfach. „Nimmt man ein hungerndes Thier, so wird eine gewisse Menge von Eiweiss und Fett von seinem Körper zerlegt und schliesslich eine gewisse Menge von Kohlensäure ausgeschieden. Es gibt Substanzen, wie z. B. das milchsaure Natron, welche rasch und in grosser Menge im Körper weiter zerfallen, ohne dass dadurch die Bedingungen der Zerlegung des Eiweisses oder Fettes wesentlich geändert werden; sie werden daher eine Vermehrung der Kohlensäure hervorbringen. Es gibt ferner andere Substanzen wie die Benzoësäure, welche nicht zerlegt werden, sondern in den Harn übergehen, weshalb danach keine Aenderung in der Kohlensäureausscheidung bemerkt wird. Es gibt endlich Stoffe, und zu diesen gehört der Traubenzucker, deren Zerlegung nicht so leicht erfolgt wie die der Milchsäure etc., die aber die Zerlegung des Fettes hemmen, so dass trotz der Zerstörung des Traubenzuckers doch die Kohlensäureausscheidung sich nicht zu ändern braucht" [1]). Am schlagendsten gegen die Auffassung, dass man aus der Nichtsteigerung der Kohlensäureausscheidung auf die Nichtzerlegung einer in das Blut gebrachten Substanz schliessen könne, spricht wohl, dass ein Thier, das mit Fett allein reichlich gefüttert wird, nicht mehr Kohlensäure liefert als ein völlig hungerndes, weil dadurch das am Körper aufgespeicherte Fett, welches vorher angegriffen worden war, vor dem Zerfall geschützt wird.

Scheremetjewski hat aus seinen Versuchen geschlossen, dass der Zucker im Blute und den Geweben sehr schwer zerstört

---

1) Diese Zeitschrift Bd. IX. S. 510.

werde und daselbst der Oxydation nicht leicht zugänglich sei; er leugnet nicht die Zerstörung des Zuckers im Körper, er meint nur, sie finde nicht im Blute, sondern in einem bestimmten Zersetzungsherde statt. Es ist schwer einzusehen, warum der Zucker vom Blute aus nicht auch an diesen Herd gelangt, wenn man nicht, wozu allerdings Scheremetjewski geneigt scheint, den Darmkanal als solchen annehmen will, wogegen aber schon die reichliche Zuckerausscheidung beim Diabetiker nach Aufnahme von Kohlehydraten in den normalen Darm spricht. Es ist nicht gerechtfertigt, nach den Versuchen von Scheremetjewski, selbst wenn man seiner Schlussfolgerung beitritt, den Zucker überhaupt im Thierkörper als unzerstörbar oder schwer verbrennlich zu bezeichnen, ganz abgesehen von dem Nachweise von Pettenkofer und Voit, dass der Zucker rasch und leicht im Thierkörper bis zu Kohlensäure und Wasser zerlegt wird.

Pettenkofer und Voit haben auch die Ausdrücke direkte oder indirekte Oxydation besprochen, und dabei bemerkt, dass eine direkte Verbindung der Stoffe im Organismus mit dem Sauerstoff für gewöhnlich nicht stattfindet, sondern meist ein allmählicher Zerfall gegeben ist, bei welchem schliesslich immer mehr Sauerstoff eintritt; dass dies aber nichtsdestoweniger eine Oxydation oder Verbrennung ist, so gut wie die des Holzes oder des Fettes, die auch nicht direkt vom Sauerstoff angegriffen werden, sondern nur ihre durch die Anzündungstemperatur entstandenen Zerfallprodukte. Pettenkofer und Voit drangen darauf, hier die Begriffe scharf festzustellen; wenn der Zucker im Körper nicht verbrennt, dann verbrennt auch das Holz im Ofen nicht. Keinesfalls ist die sogenannte direkte Oxydation immer eine raschere und die indirekte eine langsamere, wie Einige meinen, und man muss sich hüten bei einem früheren Erscheinen der Zersetzungsprodukte eine direkte Oxydation anzunehmen.

Man schloss auf die schwere Zerstörbarkeit des Zuckers im thierischen Organismus auch aus den Erfolgen der Einspritzungen von Zucker in das Blut, nach denen gewöhnlich Zucker im Harn auftritt.

Es ist bereits durch frühere Untersuchungen Cl. Bernard's in Uebereinstimmung mit Lehmann nachgewiesen worden, dass es

einen bestimmten Grad von „Glychämie" gibt, ehe Glykosurie eintritt. Diese Gränze des Zuckergehalts des Blutes liegt bei 0.3% für Kaninchen und Hunde. Injicirte Cl. Bernard [1]) bei Kaninchen verdünnte Lösungen von Traubenzucker in mässiger Menge unter die Haut, so trat kein Zucker im Urin auf. Zu demselben Resultate kam Tieffenbach [2]). Naunyn fand bei einem Kaninchen, dem er den Zuckerstich gemacht hatte, bei einem Zuckergehalte des Blutes von 0.22% noch keinen Zucker im Urin, deutliche Mengen jedoch, als der Procentgehalt auf 0.26 gestiegen war. [3])

Seelig [4]) fand, dass, wenn geringe Zuckermengen langsam in die Vena jugularis hungernder Kaninchen injicirt werden, meistens kaum mehr als Spuren in den Urin übergehen.

Aus Alledem geht zur Evidenz hervor, dass Zucker, der ins Blut gelangt, verbraucht wird, falls man im Experiment von den physiologischen Verhältnissen sich möglichst wenig entfernt. Prof. Voit hat häufig darauf aufmerksam gemacht, dass man aus solchen Einspritzungen in das Blut keine Folgerungen auf das gewöhnliche Verhalten einer Substanz, wenn sie vom Darm aus in minimaler Menge in der Zeiteinheit in das Blut gelangt, ziehen dürfe. Dass nach der Injection grösserer Quantitäten von Zucker in die Venen oder unter die Haut mehr oder minder beträchtliche Mengen im Harn auftreten, kann bei der leichten Diffusibilität des Zuckers nicht Wunder nehmen. Für die Frage nach der Verbrennbarkeit des Zuckers im Organismus können diese letzteren Versuche natürlich nicht in Betracht kommen; insbesondere dann nicht, wenn auf die quantitativen Verhältnisse gar keine Rücksicht genommen wird. In dieser Beziehung sind neueste Versuche von Forster [5]) von Interesse. Derselbe spritzte einem Hunde, der 6 Tage gehungert hatte, 75 Gramm Traubenzucker in eine Vene. Am Injectionstage selbst erschienen nur 11.9 davon im Harn wieder; der in der zweiten

1) l. c. pag. 219 ff.

2) Ueber die Existenz der glykogenen Funktion der Leber. Inaugural-Dissertation. 1869.

3) l. c. pag. 158. (Versuche mit Diabetesstich; Col. III.)

4) Naunyn. l. c. S. 99.

5) Sitzung der math.-phys. Kl. der Münchener Akad. der Wissensch. vom 3. Juli 1875. S. 213.

Hälfte desselben Tages gelassene Harn enthielt kaum mehr Spuren von Zucker; der weitaus grösste Theil des Zuckers ist also zerstört worden. Wir haben demgemäss, zumal auch im Hinblick auf die Versuche von Pettenkofer und Voit, die Ueberzeugung gewonnen, „dass der von der Nahrung in die Säfte übergegangene Zucker innerhalb 24 Stunden (höchstens bis auf kleine im Körper zurückbleibende Mengen) zerstört und schliesslich zu Kohlensäure und Wasser umgewandelt wird." Zwar wäre es auch nach Annahme des Pettenkofer-Voit'schen Satzes denkbar, dass das Glykogen eine Zwischenstufe in der Reihe der Umwandelungsprodukte des Zuckers darstellte. Das aber soll eben von den Vertretern der Hypothese der Anhydridbildung noch bewiesen werden. Zunächst halten wir diesen Uebergang für unwahrscheinlieh, nachdem gezeigt worden, dass die Glykogenbildung im Allgemeinen unabhängig von der Qualität der Nahrung ist. Wir statuiren vielmehr, dass das Glykogen im Thierkörper fort und fort aus Albuminaten sich bildet, aber leicht weiter umgewandelt wird, so dass eine Anhäufung nur dann zu Stande kommt, wenn grosse Mengen von Eiweiss zugeführt und zerlegt werden, oder wenn Zucker oder andere Stoffe durch ihre relativ leichte Spaltbarkeit die Zerstörung des Glykogens hemmen.

Wie man sieht, nimmt die Ersparnisshypothese dieselben Principien zur Erklärung der Thatsachen in Anspruch wie die neuerdings von Pettenkofer und Voit vertretene Anschauung über die Wirksamkeit der Kohlehydrate bei der Ablagerung von Fett. Wir haben nun versucht, einen direkten Beweis für die Ersparnisshypothese auf ähnliche Weise zu liefern wie ihn die genannten Forscher für die Erklärung der Fettanhäufung nach Zufuhr von Kohlehydraten gegeben haben. Zuvor jedoch wollen wir weitere Bedenken gegen unsere Hypothese beleuchten.

§. 4. Die weiteren Einwände gegen die Ersparnisshypothese.

Diese sind vorzugsweise von Luchsinger, dem eifrigsten Gegner der Letzteren, erhoben worden. Ich betone zunächst ausdrücklich, dass die Angriffe gegen die Ersparnisshypothese auf der Voraussetzung beruhen, dass diese die Sparwirkung aus der leichten

Oxydationsfähigkeit bestimmter Stoffe im Blute folgert. Ich halte es für sehr wichtig, jene Einwände zu besprechen, um die von uns formulirte Ersparnisshypothese in das rechte Licht zu setzen.

Nachdem Weiss nach Zufuhr von Glycerin, dessen direkte Umwandelung in Glykogen er für sehr unwahrscheinlich hielt, beträchtliche Glykogenanhäufung in der Leber constatirt hatte, experimentirte Luchsinger mit andern leicht oxydabeln Stoffen. Da diese ein negatives Resultat ergaben, und die Glykogenbildung nach Glycerin-Injectionen als direkte Umwandelung betrachtet werden konnte, so sah Luchsinger hierin ein wichtiges Bedenken gegen die Ersparnisshypothese. Als leicht oxydable Stoffe wurden milchsaures Natron, weinsaures Natron und Fett verfüttert. [1])

Was zunächst die Versuche mit den Natronsalzen betrifft, so wird durch diese unsere Ersparnisshypothese nicht tangirt. Denn es handelt sich nicht darum, dass Körper in den Organismus eingeführt werden, welche den Sauerstoff für sich in Beschlag nehmen und dadurch etwa das Glykogen vor Zerstörung schützen. Nicht die leicht oxydablen Stoffe bewirken die Anhäufung von Glykogen, sondern Stoffe, welche die Thätigkeit der Zellen zu eigenem Zerfall in Anspruch nehmen und hiedurch die Bedingungen für die Zerlegung des Glykogens erschöpfen. Prof. Voit hat, wie schon gesagt, vielmals nachdrücklich hervorgehoben, dass der Sauerstoff nicht die nächste Ursache des Zerfalls der Stoffe im Körper ist. Da nun der durch verbrennende Stoffe z. B. milchsaures oder weinsaures Natron weggenommene Sauerstoff in sehr bedeutender Quantität alsbald wieder ersetzt wird, so kann für gewöhnlich kein Mangel an Sauerstoff dadurch entstehen und desshalb sind auch sich oxydirende Substanzen nicht im Stande durch Sauerstoffentziehung sparend zu wirken.

Warum ergibt nun aber auch Fettfütterung keine Anhäufung von Glykogen, wie schon lange bekannt? Von Milch- und Weinsäure müsste allerdings erst noch bewiesen werden (und ist es von vornherein unwahrscheinlich), dass ihre Darreichung eine Minderzufuhr von Eiweisssubstanzen oder von Fett und Kohlehydraten ermöglicht; aber vom Fett wissen wir doch, dass es direkt sparend

1) S. Luchsinger in Pflüger's Arch. Bd. VIII. S. 296.

wirkt wie die Kohlehydrate, so dass man sagen konnte, Fett und Kohlehydrate können in der Nahrung sich gegenseitig ersetzen. In der That, die Nichtanhäufung von Glykogen unter dem Einflusse des Fettes schien der schlagendste Beweis gegen die Ersparnisstheorie zu sein.

Es ist richtig, dass Fett wie Zucker nicht allein die Zersetzung des Eiweisses im Thierkörper vermindert, sondern auch den Verlust an Fett verhütet. Aber es ist auch weiter nachgewiesen, dass es durchaus nicht so leicht im Organismus zerfällt, wie die Kohlehydrate. Hiefür geben uns die Versuche von Pettenkofer und Voit die reichlichsten Anhaltspunkte. Fügt man zu reiner Eiweisskost steigende Mengen von Fett hinzu, so ist bald eine Gränze erreicht, über welche hinaus Fett nicht weiter zerstört, sondern zum Ansatz gebracht wird. Fügt man aber zum Eiweiss der Nahrung wachsende Mengen von Kohlehydraten hinzu, so gelangt stets die gesammte Menge der Letzteren zur Zersetzung. „Dass die Kohlehydrate viel leichter und in grösserer Menge zerlegt werden, und dass das Fett erst an die Reihe kommt, wenn die vorhandenen Kohlehydrate verbraucht sind, zeigt der Vergleich der Zufuhr von Fett und Kohlehydraten; denn während bei Fütterung von 350 Fett (mit 268 Kohlenstoff) nur 519 Kohlensäure austraten, fanden sich bei 608 Stärkemehl mit ebenfalls 268 Kohlenstoff . 785 Kohlensäure; vom Fette wurde eben ein grosser Theil nicht zersetzt, sondern angesetzt." [1])

Halten wir hieran fest, so ist es von vornherein unberechtigt zu erwarten, dass Fettzufuhr eine Anhäufung von Glykogen bewirken solle. Das Fett kann zwar im Thierkörper zerstört werden, aber zur Anhäufung von Kohlehydraten wie das Glykogen kann es hiedurch nicht kommen. Denn (und das ist doch der Kern der Ersparnisshypothese) die Zersetzungen kommen unter dem Einflusse der Gewebszellen nach den Bedingungen des Organismus so zu Stande, dass erst die leichtest spaltbaren Körper, dann die schwieriger zerfallenden

1) Pettenkofer und Voit l. c. S. 512.

in Angriff genommen werden. Es ist daher nach der Ersparnisstheorie nothwendig, dass die Zufuhr von Kohlehydraten das aus Eiweisskörpern gebildete Glykogen schützt; aber das Glykogen als ein Kohlehydrat wird im Organismus leichter zerfallen als mit der Nahrung zugeführtes Fett. Ja, wenn der Körper über sehr bedeutende Mengen von Glykogen und Zucker verfügt, so wird verfüttertes Fett vor der Zerstörung bewahrt und angehäuft werden; nie aber kann umgekehrt Fett eine Ersparung des Glykogens bewirken.

Luchsinger hat weiterhin Versuche mit subcutanen Injectionen von Glycerin angestellt, um Weiss gegenüber zu zeigen, dass hienach die Glykogenbildung nicht in dem Maasse erfolge wie nach der Verfütterung des Glycerins. Er ging hiebei von der Idee aus, dass, wenn die Sauerstoffentziehung das wirksame Moment der Sparwirkung sei, der Ort der Application des Mittels (vorausgesetzt, dass dasselbe ins Blut gelangte) gleichgiltig sein müsse. Wie man sieht, kann unsere Ersparnisshypothese durch diese Versuche nicht angegriffen werden. Denn dieser liegt nichts ferner, als auf eine Sauerstoffentziehung durch im Blute leicht oxydable Körper sich zu stützen, wie wir oben auseinandergesetzt haben.

Auch vom Standpunkte der Ersparnisshypothese aus ist es leicht verständlich, warum nach subcutanen Glycerin-Injectionen die Glykogenanhäufung in der Leber und in den Muskeln nur sehr gering sein kann. Denn diese verlangt zum Behufe der Ersparniss, dass das Glycerin oder dessen nächste Zersetzungsprodukte mit Zellen in Berührung und durch deren Einfluss zum Zerfall gelangen. Dieses kann aber offenbar nach Einführung in den Magen und bei der allmählichen Passage durch die Leber sehr viel reichlicher geschehen, als wenn mit Einemmale grössere Mengen von Glycerin in das Blut gerathen, — insbesondere da das Glycerin die Beschaffenheit des Blutes durch Auflösung der Blutkörperchen alterirt und ein nicht unbeträchtlicher Theil, wie Luchsinger gezeigt hat, durch den Harn zur Ausscheidung gelangt.

An dieser Stelle sei es mir gestattet, einige wichtige Thatsachen, welche Luchsinger auf experimenteller Grundlage über den künstlichen Diabetes angegeben hat, mit Rücksicht auf die beiden einander gegenüberstehenden Hypothesen der Glykogenbildung zu bespre-

chen (S. L's. Dissertation S. 69 ff.). Wir sind zunächst mit Luchsinger's Annahme, dass beim Stichdiabetes eine beschleunigte Darm-Lebercirculation statthabe, um so mehr einverstanden, als schon Bernard und Schiff eine lebhaftere Circulation für den Diabetes überhaupt postulirten. Luchsinger hat ferner gezeigt, dass nach der Piqûre von dem Glykogengehalt der Leber die Menge des Zuckers im Harne und der Gang seiner Ausscheidung abhängen. Macht man bei Kaninchen, deren Leberglykogen durch mehrtägiges Hungern zum Verschwinden gebracht wurde, den Zuckerstich, so kann Glykosurie nicht erfolgen. Injicirt man denselben Thieren nach der Piqûre Zuckerlösung in den Magen, so tritt Zucker in den Harn über, was bei solchen Thieren, deren Circulationsverhältnisse normal sind, wohl nur unter ganz exceptionellen Bedingungen statthaben kann. Vom Standpunkte der Ersparnisshypothese ist dieses Resultat sehr leicht zu verstehen. In Folge der in diesem letzteren Versuche statthabenden beschleunigten Resorption und des schnelleren Durchtrittes des Zuckers durch die Leber wird die normaliter vollständige Spaltung und allmähliche Oxydation desselben, welche sonst jedenfalls zum Theil bereits in der Leber erfolgt, hintangehalten und eine grössere Quantität als normal in den allgemeinen Kreislauf gelangen. Ist dieselbe so gross, dass der Procentgehalt des Blutes an Zucker eine bestimmte Gränze übersteigt (bei Kaninchen und Hunden 0.3 %), so tritt Zucker in den Harn über. Für den Vertreter der Ersparnisshypothese ist es weiterhin durchaus plausibel, dass durch alle diese Verhältnisse die normale Glykogenbildung nicht wesentlich alterirt wird. Nur wäre es möglich, dass im Anschluss an die Circulationsveränderung die Saccharificirung des Glykogens leichter und vollständiger geschieht, so dass in einem gegebenen Augenblicke weniger Glykogen in der Leber erwartet werden darf als sonst. Wird das durch Piqûre diabetische Thier mit Zucker gefüttert, so muss je nach der Intensität der Spaltung des Zuckers eine mehr minder bedeutende Anhäufung von Glykogen erfolgen, insoweit die Saccharificirung eine Anhäufung zu Stande kommen lässt. Es ist daher sehr bemerkenswerth, dass Luchsinger, wie vom Standpunkte der Ersparnisshypothese aus erwartet werden musste, zu dem Resultate gelangt, dass der Zuckerstich —

bei Zuckerinjektion in den Magen von Hungerthieren — die Glykogenbildung nicht hindert. Die Vertreter der Anhydridhypothese stehen also der Annahme „des Zuckerharnens auf Kosten intermediärer Glykogenbildung“ gegenüber. Uns erscheint anders als Luchsinger diese letztere Annahme eher gezwungen als die Erklärung, welche die Ersparnisshypothese gibt, die so einfach wie möglich ist.

Wird durch eine Beschleunigung der Circulation im Darm und in der Leber der Zucker rascher aus dem Darm aufgenommen und rascher durch die Leber hindurchgeführt, oder wird das in der Leber aufgehäufte Glykogen in grösserer Menge in Zucker umgewandelt und der entstandene Zucker schneller aus der Leber ausgelaugt, oder wird endlich die Zerstörung des Zuckers durch eine Entartung oder Unwirksamkeit der Zellen mehr oder minder gehemmt, so gelangt mehr Zucker in das Blut, und es kann zur Entleerung von Zucker durch den Harn kommen.

§. 5. Versuch eines direkten Beweises.

Pettenkofer und Voit haben bekanntlich durch ihre Respirationversuche den strikten Nachweis geliefert, dass die Kohlehydrate im Organismus nicht in Fett verwandelt werden, sondern der aus dem Darm aufgenommene Zucker innerhalb bestimmter Zeit stets vollständig zu Kohlensäure und Wasser oxydirt wird. Die beiden Forscher zeigten, dass die Kohlenstoffmenge, welche nach Fütterung von Fleisch und Zucker (Stärkemehl) im Körper unter Umständen zurückbleibt, nicht proportional der Menge der eingeführten Kohlehydrate ist, sondern mit der Quantität des zersetzten Eiweisses steigt und sinkt. An einer grossen Reihe von Versuchen konnten sie beweisen, dass der Fettansatz niemals den Werth übersteigt, der als Maximum von dem zerstörten Eiweiss hergeleitet werden kann, selbst nach der Einfuhr der bedeutendsten Zucker- oder Stärkemengen nicht, was doch hätte der Fall sein müssen, wenn Fett sich auf Kosten der Letzteren im Organismus bildete. Als sie einem Hunde 379 Gramm trockene Stärke verfütterten, wurden 211 Fleisch im Körper zersetzt und es blieben 24 Fett im

1) l. c. S. 516.

Organismus zurück. Nun gaben sie 608 Stärke; es wurden 193 Fleisch zersetzt, und 22 Fett blieben zurück [1]). Wenn aber dem Hunde die gleichen Mengen von Stärke, dagegen wachsende Mengen von Fleisch zugeführt wurden, so stieg der Fettansatz, und es ergab sich eine auffallende Uebereinstimmung der Werthe für den Letzteren, welche einmal direkt aus dem zurückgebliebenen Kohlenstoff gefunden, das Andremal unter der Voraussetzung berechnet waren, dass in einem bestimmten Versuche (1) der Fettansatz aus dem zerstörten Eiweisse hergeleitet werden müsse. Wir citiren die bezüglichen Zahlen [1]):

trockene Stärke ein		Fleisch zersetzt	Fettansatz	Fettansatz aus 1) berechnet
1)	379	211	24	—
2)	(344)	(344)	(39)	39
3)	379	608	55	67
4)	379	1469	112	132

Uebrigens geschieht es vollständig im Sinne der von Pettenkofer und Voit vertretenen Lehre, wenn auch zwischen der Grösse der Zuckerzufuhr und dem Fettansatz ein gewisser Zusammenhang sich zeigt. Denn die Kohlehydrate, welche im Organismus vollständig zerfallen, dienen als Ersparnissmittel des aus dem Eiweiss abgespaltenen Fettes, und je mehr von den Ersteren zerstört werden, um so energischer wird nicht nur das Eiweiss selbst vor Zerfall geschützt, sondern auch vorzugsweise das Fett, welches sich aus dem Eiweiss abgespalten hat, zur Anhäufung gebracht. Dafür haben zahlreiche Versuche den Beweis geliefert.

Herr Prof. Voit hatte schon lange die Ueberzeugung gewonnen, dass es sich mit dem Glykogen ähnlich wie mit dem Fette bei reichlicher Zufuhr von Kohlehydraten verhalte. Ich habe daher

1) l. c. S. 517.

auf Aufforderung desselben versucht, auf dem gleichen Wege, wie Pettenkofer und Voit für das Fett, so für das Glykogen durch Versuche zu eruiren, ob es von dem zerfallenen Eiweiss hergeleitet werden könne. Es ergeben sich hierbei bedeutende Schwierigkeiten. Man sollte eigentlich bestimmen, wieviel Glykogen zunächst in der Leber bei Zufuhr bestimmter Nahrungsstoffe in das Blut erzeugt wird. Dies ist leider bislang unmöglich; denn es ist bekannt, dass das Glykogen sich leicht umsetzt, indem es, wahrscheinlich in Zucker übergeführt, ins Blut gelangt und so den übrigen Organzellen zugetragen wird; ja, es ist sogar sehr plausibel, dass mit der Bildung des Glykogens fort und fort eine Umwandelung desselben in quantitativ verschiedenem Grade Hand in Hand geht. Wir haben hier also zwei variabele Faktoren, die Bildung von Glykogen, welche, wie wir gesehen haben, bei Zufuhr verschiedener Nahrungsstoffe statthat und von der Intensität der Zersetzungen im Körper abhängig ist, und zweitens die Zerstörung des Glykogens, welche in ihrer Grösse nicht allein von der Natur der Zufuhr, sondern auch von einer grössern Reihe zum Theil unbekannter und jedenfalls bezüglich des quantitativen Einflusses noch nicht abzuschätzender Ursachen bedingt ist.

Man muss sich daher damit begnügen, die Anhäufung des Glykogens nach einer bestimmten Fütterungsart zu bestimmen; es kann aber dabei viel Glykogen angesammelt sein, ohne dass mehr entstanden ist, oder es kann wenig in einem jeweiligen Augenblicke vorhanden und doch dasselbe in reichlichem Maasse erzeugt worden sein.

Diese so complicirte Sachlage ist genau zu erwägen, will man sein Urtheil auf vergleichende Versuche bauen, und doch hat man bei den jetzigen Versuchen noch kaum Rücksicht darauf genommen, sondern unbedenklich aus einer grösseren Menge von Glykogen auch auf eine reichlichere Bildung desselben geschlossen.

Es musste bei der verschiedenen Ernährungsart zu einer ganz bestimmten Zeit nach Aufnahme der Nahrungsstoffe der Versuch unterbrochen werden, und zwar zu einer Zeit, wo das Glykogen als Zwischenprodukt noch in grösserer Menge aufgespeichert ist; denn hätte man z. B. 24 oder 36 Stunden gewartet, so wäre die Glykogenmenge in der Leber auch bei der verschiedensten Ernährungsweise die

gleiche gewesen. Wir haben aus mancherlei Gründen als Versuchsthiere Hühner gewählt, hauptsächlich, weil sie sich vorzugsweise bequem zur Fütterung eignen. Leider bereitete der Kropf der Thiere oftmals ein Hinderniss für die erwünschte Erledigung des Versuches. Flüssigkeiten, in nicht zu grosser Quantität mittels eines Katheters in den Kropf gespritzt, wurden meist schnell resorbirt. Unser Fleischpulver aber, dessen Bereitung wir oben geschildert, blieb, zumal wenn grössere Mengen verfüttert waren, öfters in mehr oder minder bedeutenden Resten im Kropfe liegen. Es war in solchen Fällen zwar wohl möglich, nachträglich zu bestimmen, wieviel Eiweiss zur Resorption gelangt war, nicht aber, in welchen Zeiten dies geschehen. Ob aber die Resorption von Zucker und Eiweiss mehr absatzweise oder continuirlich erfolgt, ist nicht allein auf die Bildung, sondern vermuthlich auch auf die Zerstörung des Glykogens von Einfluss. Dazu kam, dass die Hühner sich nicht immer gleich munter befanden. Die Diarrhöen, welche nach Injektion von Zuckerlösung so leicht auftreten, wechselten an Intensität. Zuweilen ergaben die Exkremente Zuckerreaktion, bisweilen nicht. Meistens wurden die Hühner durch die Diarrhöen verhältnissmässig wenig angegriffen. — Nicht zu berechnen war ferner die Menge von Zucker, welche im Darme in Milch- und Buttersäure verwandelt für die Glykogenanhäufung irrelevant wurde. Alle diese Umstände machen es begreiflich, dass aus einer grösseren Reihe von Experimenten mehrere nicht verwerthet werden konnten.

Wir haben zwei Serien von Versuchen angestellt. In der einen wurden, wie bei den Versuchen von Pettenkofer und Voit mit Kohlehydraten, immer gleiche Zuckermengen zugleich mit allmählich anwachsenden Eiweissmengen verfüttert. Bildet sich Glykogen aus Eiweiss, so mussten wir steigende Mengen von Glykogen erhalten, vorausgesetzt, dass aus der vermehrten Eiweisszufuhr ein vermehrter Eiweisszerfall folgte. Es war hiebei zu bedenken, dass die Hühner zweimal 24 Stunden vor der Fütterung fasten mussten. Die Fütterung selbst erstreckte sich über zwei Tage. Wir hatten nun für die Beurtheilung des Eiweisszerfalls während der Fütterung keine ganz sichern Anhaltspunkte. Aus den Versuchen von Voit an Hunden und Menschen müssen wir schliessen, dass, nachdem die Hühner

gefastet hatten, von dem verfütterten Eiweiss ein mehr oder minder grosser Theil zum Ansatz gelangte. Wie viel aber von der Eiweisskost nach verschieden starker Fütterung in Zerfall gerieth, musste durchaus dahin gestellt bleiben. Diesem Umstand traten wir dadurch einigermassen entgegen, dass wir relativ grosse Eiweissmengen fütterten, so dass jedenfalls ein reichlicher Zerfall und demgemäss eine Glykogenanhäufung zu erwarten war.

In der zweiten Serie von Versuchen gaben wir gleiche Mengen von Eiweiss und steigende Mengen von Zucker. In diesen Versuchen musste freilich etwas Eiweiss durch den Zucker vor dem Zerfall bewahrt bleiben; vor Allem aber wurden die Spaltungsprodukte des Eiweisses, u. A. nach unserer Voraussetzung das Glykogen, vor weiterer Umsetzung geschützt. Je mehr Zucker also eingeführt wurde, um so mehr Glykogen musste erwartet werden. Wenn nun der Eiweissumsatz stets derselbe war, so lag die Annahme nahe, dass, wenn man allmälich mit den verfütterten Zuckermengen stieg, eine Grenze erreicht werden konnte, über welche hinaus eine weitere Glykogenanhäufung nicht mehr stattfand, weil eben nur eine bestimmte Menge von Eiweiss in den Zerfall gerathen.

Leider können wir in dieser Arbeit nur wenige Versuche anführen, welche in jeder Hinsicht so befriedigten, dass sie mit einander vergleichbar erschienen.

I. Serie. Verfütterung von Eiweiss mit steigender Zuckermenge.

Erster Versuch.

Ein kräftiges Huhn erhält am 18. April innerhalb der Zeit von 11 Uhr Vormittags bis 4 Uhr Nachmittag 50 Gramm Gerste, (welche nach Meissner [Zeitschrift für rationelle Medicin. Dritte R. Bd. XXXI S. 192] einer mittleren Tagesration entsprechen), und hungert dann bis zum 21. April Vormittags 11½ Uhr. Dann erhält es 4 Gramm Fleischpulver[1]), welches mit Wasser verknetet in Kügelchen beigebracht wurde, und 15 Gramm Traubenzucker in concentrirter Lösung. Nachmittags 3½ Uhr dasselbe Futter, also im Tag 8 Gramm Fleischpulver und 30 Gramm Traubenzucker; und ebenso am folgenden Tage (22. April) Mittags 12 Uhr und Nachmittags 3½ Uhr das gleiche Futter. Das Befinden des Thieres war sehr gut; die Exkremente dicklich.

Gewicht des Huhnes am Schlusse des Fastens = 1442.3;
Gewicht kurz vor der Tödtung . . . . . = 1429.0.

1) Das zu allen weitern Versuchen benützte Fleischpulver enthielt 7.5 % Wasser, die trockene Substanz 5.18 % Fett.

Die Tödtung des Thieres konnte erst am 23. Nachmittags 3 Uhr vorgenommen werden[1]). Die 27.7 Grm. schwere Leber enthielt 0.107 Grm. Glykogen = 0.39 %; die Pectorales 0.801 %.

Zweiter Versuch.

Ein kräftiges Huhn wird am 27. Mai Mittags mit 50 Gramm Gerste gefüttert, hungert dann bis zum 30.

30. Mai. 9½ Uhr Vormittags. Das Huhn erhält 20 Fleischpulver;
um 10 „ 20 Zucker;
um 4½ „ 20 Zucker.

31. Mai. (Kropf leer; Koth ziemlich reichlich, aus gelbbraunen, mässig consistenten Massen bestehend; einige Ccm. ganz flüssiger Exkremente)
11 Uhr Vormittags 20 Fleischpulver und
20 Zucker
5½ „ Nachmittags 20 Zucker.

Am 1. Juni 10 Uhr (also 16½ Stunden nach letzter Fütterung) wird das Thier getödtet. Gewicht = 1002. Die Leber (34.1 Grm, schwer) enthält 0.375 Grm. Glykogen.

Dritter Versuch.

Das Huhn hungert, nachdem es am 1. Mai Mittags 50 Gramm Gerste erhalten, bis zum 4. Mai. Man verfüttert:
am 4. Mai 11½ Uhr 20 Gramm Fleischpulver und 30 Zucker in conc. Lösung,
4½ „ 30 Zucker.
am 5. Mai 10½ Uhr 20 Eiweiss und 30 Zucker;
4 „ 30 Zucker.

Das Thier blieb durchaus munter. Die Exkremente waren sehr reichlich, zum Theil wässerig. Tödtung am 6. Mai 9¾ Uhr Vormittags (also 17¾ Stunden nach letzter Fütterung). Gewicht des Huhns = 1304. Die Leber (50.4 Grm. schwer, sehr gross, sehr fett und brüchig) enthielt 1.441 Grm. Glykogen, also 2.86 %.

Vierter Versuch.

Das Huhn macht dieselben Vorbereitungen durch wie die früher gebrauchten Thiere. Am 24. Juli werden, in häufigen Portionen (von 8 Uhr Morgens bis 9 Uhr Abends alle 2—3 Stunden) vertheilt, im Ganzen 20 Fleischpulver und 60 Zucker verfüttert; ebenso am 25. Juli. Tödtung 10 Uhr Vormittags am 26., also 14 Stunden nach letzter Fütterung. Gewicht des Thieres = 1214. Die 32.8 Grm. schwere Leber enthält 0.701 Grm. Glykogen.

Bei der Sektion ergab sich, dass im Kropf noch eine bedeutende Menge des Fleischpulvers zurückgeblieben war. Daher

1) Also erst 24 Stunden nach der letzten Fütterung. Bekannt ist, dass auf die Zeit, welche nach der letzten Nahrungsaufnahme bis zur Tödtung vergeht, bei diesen Versuchen ein grosses Gewicht gelegt werden muss. Es bleibt übrigens sehr fraglich, ob 8 Grm. Fleischpulver und 30 Grm. Zucker, wie oben, in 2 Portionen gereicht, dieselbe Wirkung auf die Glykogenanhäufung ausüben, wie wenn das Fleisch auf einmal gegeben und die Zuckerfütterung öfter wiederholt wird oder andere Variationen in der Verfütterung statthaben.

offenbar die in diesem Versuch geringere Quantität Leberglykogen[1]).

Fünfter Versuch.

Das Huhn erhält am 27. Juni Mittags 50 Gramm Gerste, hungert dann bis zum 30. Juni. Dann werden in kleinen Dosen alle 2—3 Stunden in toto 20 Fleischpulver und 90 Zucker verfüttert, ebenso am 1. Juli. Tödtung 14 Stunden nach letzter Fütterung. Gewicht des Huhns = 1521. Die Leber (sehr gross und fett, 54.4 Grm. schwer), enthält 1.757 Grm. Glykogen = 3.2%. Das Thier war stets sehr munter, der Kropf fand sich bei der Sektion leer.

Da der vierte und der in der Anmerkung mitgetheilte Versuch ausgeschlossen werden müssen, so bleiben zur Verwerthung in dieser Reihe allein folgende übrig:

	Futter: Eiweiss	Futter: Zucker	Zeit der Tödtung nach letzter Fütterung:	Leber enthält Grm. Glykogen
1)	8.0	30.0	24 Stunden	0.107
2)	20.0	40.0	$16\frac{1}{2}$ "	0.375
3)	20.0	60.0	$17\frac{3}{4}$ "	1.441
5)	20.0	90.0	14 "	1.757

Aus dieser leider nur kleinen Tabelle, in welche nur nach jeder Rücksicht gut verlaufene Versuche aufgenommen wurden, ergibt sich zum Erstenmale der Nachweiss, dass mit steigender Zuckermenge im Futter das Leberglykogen zunimmt. Nach beiden Theorien der Glykogenbildung war nichts Anderes zu erwarten. Die Versuche 3) und 5) wurden unter ganz denselben Bedingungen angestellt; und obwohl im letzteren 30 Gramm Zucker pro die mehr verfüttert wurden, beträgt die Glykogendifferenz nur 0.316 Gramm. Dieser Unterschied fällt um so weniger in Betracht, als das Huhn 5) wesentlich schwerer war und volle $3\frac{3}{4}$ Stunden früher zur Untersuchung gelangte als Huhn 4. Wenn es hienach auch als

1) Mit demselben Futter wie in Versuch 4 und auf dieselbe Weise wurde noch ein anderes Huhn gefüttert: hier ergab sich die Menge des Leberglykogens (14 Stunden nach letzter Fütterung untersucht) = 0.129 Grm. Im Protokoll findet sich, dass das Thier sehr dyspnoisch athmete.

wahrscheinlich angenommen werden darf, dass auch bei der Darreichung von mehr Zucker unter den obigen Versuchsbedingungen die Grenze für die Glykogenanhäufung gegeben war, so ist ein strikter Nachweis leider durch die Complicationen des Experimentes verhindert worden. Der Beweis dafür, dass nicht der Zucker die Quelle des Glykogens darstellt, scheint dagegen durch den ersten Versuch der

II. Serie. Verfütterung von Zucker mit wechselnder Eiweissmenge

erzielt worden zu sein.

Erster Versuch.

Derselbe wurde zu gleicher Zeit wie der fünfte Versuch der ersten Serie und unter den gleichen sonstigen Bedingungen bezüglich der Art der Fütterung und der Zeit der Tödtung nach der letzten Nahrungs-Darreichung angestellt. Er betraf ein kräftiges Huhn, das nach der Aufnahme von 50 Gerste am 27. Juni bis zum 30. hungerte, dann in kleinen häufigen Portionen am 30. Juni und am 1. Juli täglich im Ganzen 50 Fleischpulver und 60 Zucker erhielt. Das Thier blieb trotz dieser bedeutenden Nahrungsmenge munter. Im Kropf fand sich bei der Sektion ein 27.5 feucht und 10.3 trocken wiegender Rest, der vorzugsweise aus Fleischpulver bestand. Das Huhn wog vor der Tödtung 1352.5. Die Leber (55.1 Grm. schwer) enthielt 1.840 Grm. Glykogen = 3.3 %.

Dieses Resultat, verglichen mit dem des obigen fünften Versuches, ist für unsere Frage von grosser Bedeutung. Stammt das Glykogen wirklich vom Zucker ab, so musste in jenem Versuche der ersten Serie, in welchem 90 Zucker zur Verfütterung gelangten, bedeutend mehr Glykogen erwartet werden als im letzten Versuche, in welchem nur 60 Zucker dem Thiere gegeben wurden. Die grössere Eiweissmenge in Letzterem bewirkte, dass, obwohl weniger sparende Substanz vorhanden war, dennoch um ein Geringes mehr Glykogen vorgefunden wurde, und dies, obgleich das Thier 170 Gramm leichter war und die Leber das gleiche Gewicht hatte wie die des andern.

Gewicht des Huhns	Gewicht der Leber	Leber enthielt Grm. Glykogen	Futter: Eiweiss	Zucker	Zeit der Tödtung nach letzter Fütterung
1) 1521	54.4	1.757	20.0	90.0	14 Stunden
2) 1352.5	55.1	1.840	50.0	60.0	14 „

Leider verfüge ich nur über diesen einen derartigen Versuch. Dagegen hat mir eine Reihe anderer gezeigt, dass mit steigendem Eiweissgehalt des Futters auch die Glykogenmenge in der Leber wächst. Nachdem ich mich überzeugt, dass reine Eiweisskost eine Glykogenanhäufung überhaupt ermöglicht, war dieses Resultat zu erwarten. Ungezwungen lässt sich dasselbe offenbar nur vom Standpunkte der sogenannten Ersparnisshypothese aus erklären, welche das Glykogen von einer Zersetzung der Albuminate herleitet. Ich gebe im Folgenden nur die möglichst tadelfreien Versuche.

Zweiter Versuch.

Nach der üblichen Vorbereitung erhielt ein kräftiges Huhn von 1089 Grm. Gewicht

am 21. April 12 Uhr 4 Fleischpulver und 30 Zucker,
$3^1/_2$ „ 4 „ „ 30 „

und ebenso am 22. April, an welchem der Kropf leer gefunden wurde, um $12^1/_2$ Uhr und $3^1/_2$ Uhr je 4 Fleischpulver und 30 Zucker. 20 Stunden nach der letzten Fütterung wird das Huhn getödtet. Das vorher bestimmte Gewicht war 1104.5 Grm. Der Kropf enthielt noch einen Rest von 5.7 Trockengewicht. Die Leber (32.25 Grm. schwer) enthielt 0.474 Grm. Glykogen = 1.47 %. (In den Pektorales 1.29 %.)

Im ersten Versuch der ersten Serie erhielten wir nach Fütterung von 8 Eiweiss und 30 Zucker (und bei 24stündigem Fasten von der letzten Nahrungsaufnahme bis zur Tödtung) nur 0.107 Grm. Glykogen, was sich leicht aus der geringern Menge sparender Substanz erklärt.

Dritter Versuch.

Dieser Versuch ist instructiv für die in dieser Serie behandelte Frage, hat aber nur einen relativen Werth. Das Thier, wie in den früheren Versuchen vorbereitet, erhielt am

11. Juni $11^1/_2$ Uhr Vormittags 30 Fleischpulver
12 „ „ 30 Zucker und
$4^1/_2$ „ Nachmittags 30 Zucker

Am 12. Morgens fühlte man im Kropf noch einen Futterrest. Das Huhn erhielt um

$11^1/_2$ Uhr 30 Fleichpulver
12 „ 30 Zucker und
$5^1/_2$ „ 30 Zucker.

Die Tödtung fand $16^1/_2$ Stunden nach der letzten Fütterung statt. Das Thier athmete schwer; im Kropf noch ein nicht unbeträchtlicher Rest von Fleischpulver. Gewicht des Huhns = 1310. Die Leber (31.8 Grm. schwer) enthielt 0.631 Grm. Glykogen = 1.98 %.

Vierter Versuch.

Nachdem ein kräftiges Huhn vom 16. bis zum 19. Juni gehungert, wurde es am 19. und am 20. in häufigen Portionen im Ganzen täglich mit 30 Fleischpulver und 60 Zucker verfüttert. Das Befinden war immer gut. 14½ Stunden nach letzter Fütterung wurde es getödtet. Gewicht des Huhnes = 1003.5. Im Kropf ein sehr geringer Futterrest. Die Leber (sehr gross, 58.6 Grm. schwer) ganz durchsetzt mit entozoischen Knoten, enthielt 0.821 Grm. Glykogen = 1.4%.

Ich stelle die angeführten Versuche dieser Serie zusammen:

	Futter: Eiweiss	Futter: Zucker	Zeit der Tödtung nach letzter Fütterung	Leber enthält Grm. Glykogen	Bemerkungen
2)	8	60	20 Stunden	0.474	In Versuch 3) kam faktisch weniger Eiweiss zur Resorption als im 4.) Versuch. Beide können wegen der im Texte angeführten Zufälligkeiten nicht mit Versuch 3) der I. Serie verglichen werden.
3)	30	60	16½ „	0.631	
4)	30	60	14½ „	0.821	
1)	50	60	14½ „	1.840	

Hatten wir in früheren Versuchen uns überzeugt, dass reine Eiweisskost zur Glykogenanhäufung führt, so beweisen, wie mir scheint, die zuletzt angeführten, dass die Menge des angehäuften Glykogens von der Grösse der Eiweisszersetzung im Organismus abhängig ist.

Ein sehr bemerkenswerthes und auffälliges Resultat gaben die Versuche, die ich mit reiner Zuckerfütterung anstellte.

Zwei Hühner erhalten am 16. März je 50 Gramm Gerste und fasten dann bis zum 18. Man injicirt beiden am 18. 11 Uhr und 5 Uhr je 30 Gramm Zucker in concentrirter Lösung, ebenso am 19. Huhn I wird 17 Stunden nach der letzten Fütterung getödtet. Gewicht = 1015. Leber (34.1 Grm. schwer) enthält 0.929 Grm. Glykogen = 2.72%. Huhn II, 2 Stunden später getödtet. Gewicht kurz vor dem Tode = 1000. Leber (31.05 Grm.) enthält 0.841 Grm. Glykogen = 2.78%.

Ein drittes Huhn, das zwei Tage gehungert, erhält am 10. und 11. Juli je 60 Grm. Zucker, aber nicht wie die beiden ersten Hühner, sondern in oftmalig wiederholten kleinen Portionen. Tödtung 14 Stunden nach letzter Fütterung. Gewicht des Huhns = 1445.8. Leber (sehr hell und fett, 44.9 Grm. schwer) enthielt 2.181 Grm. Glykogen = 4.8%.

Ich darf nicht übergehen, dass in einem vierten, genau wie der dritte dieser Reihe angestellten Versuche die 38 Grm. wiegende Leber des 1310 Gramm schweren Thieres nur 0.116 Grm. Glykogen enthielt. Eine Ursache dieses auffallenden Resultates konnte nicht eruirt werden.

Diese Versuche machen uns nicht allein auf den Einfluss der Individualität d. h. des Körperzustandes auf die Glykogenanhäufung aufmerksam, sondern sie zeigen auch, dass je nach der Fütterungsweise, ob die Nahrung in häufigen oder in seltenen Dosen gereicht wird, beträchtliche Unterschiede im Glykogengehalt der Leber sich einstellen. Eine Durchsicht unserer Versuche der ersten und zweiten Serie lehrt, dass dort die Verschiedenheiten in der Art der Fütterung die Resultate nicht in Frage stellen können. Wie erklärt sich aber der bedeutende Gehalt der Leber an Glykogen nach reiner Zuckerfütterung bei hungernden Hühnern? Denn wenn wir, nachdem die Thiere zwei Tage gefastet hatten, Eiweiss und Zucker verfütterten, so war in den hier in Betracht zu ziehenden Versuchen das Resultat der Glykogenanhäufung stets geringfügiger als in dem dritten Versuche der blossen Zuckerfütterung und theilweise auch kleiner als in den beiden ersten Versuchen dieser letzten Reihe. Man könnte vielleicht behaupten wollen, dass immer nur der Zucker die direkte Glykogenquelle gewesen sei, der Eiweisszusatz aber die Resorption beeinträchtigt und daher die hiedurch meist kleiner gewordenen Zahlen bedingt habe. Unsere Versuche haben aber eine direkte Abhängigkeit der Glykogenanhäufung von der zur Resorption gelangten Eiweissmenge gezeigt, was nicht der Fall hätte sein können, wenn das Eiweiss nur störend gewirkt haben würde. Wenn wir der Ansicht sein dürfen, dass die Glykogenmenge in der Leber von der Menge der in dieser zerfallenen Albuminate abhängt, so bleibt nur der Schluss übrig, dass unter dem Einfluss des plötzlich stark vermehrten Eiweissgehaltes des Organismus, zunächst der Leber, die Zersetzungsvorgänge mächtig angeregt werden und ein Theil des abgespaltenen Glykogens in den Zerfall gezogen wird. Ein analoges Resultat ergeben die Respirationsversuche von Pettenkofer und Voit, welche den Nachweis lieferten, dass um so mehr Fett im Körper zersetzt wird, je reicher die Nahrung an Eiweiss ist; dass die Bedingungen des Zerfalles in den Zellen überhaupt

bei reichlicher Eiweisszersetzung günstiger sind. Anders liegen die Verhältnisse, wenn nach mehrtägigem Hungern eine grössere Menge von Zucker, namentlich in vielen kleinen Portionen, zugeführt wird. Es ist bekannt, dass die Zersetzungsvorgänge bei der Inanition bald an Intensität verlieren; insbesondere sinkt der Umsatz der eiweissartigen Stoffe. Gelangt jetzt eine bestimmte Menge Zucker in den Kreislauf, so wird dieser wegen der verringerten Zellthätigkeit langsamer zersetzt und gewissermassen länger hauszuhalten im Stande sein, als bei reichlichem Eiweissstande des Organismus. Um so leichter wird aber auch das Glykogen, welches durch den, wenn auch in geringem Maasse, so doch fort und fort statthabenden Eiweisszerfall gebildet wird, in den Organzellen aufgehäuft liegen bleiben.

Ich weiss sehr wohl, dass die angeführten Versuche nicht zahlreich genug sind, um die so schwierige Frage, welche uns in dieser Arbeit beschäftigt, endgiltig zu lösen. Sie unterliegen vor Allem wie alle hieher gehörigen Versuche dem bedenklichen Uebelstande, dass es niemals, wie oben auseinandergesetzt worden ist, gelingen kann, der gesammten Glykogenmenge, die unter dem Einfluss einer bestimmten Fütterungsweise sich bildet, habhaft zu werden. Dennoch scheint mir aus allem bisher bekanntem thatsächlichen Material mit grösster Wahrscheinlichkeit hervorzugehen, dass stickstoffhaltige Körper die Quelle des Glykogens sind; wenigstens lassen sich alle bisherigen Beobachtungen ebenso leicht, ja manche viel ungezwungener nach den Vorstellungen der Ersparnisstheorie als nach denen der Anhydridtheorie erklären. Es müssen, um zu vergleichbaren Resultaten zu gelangen, die Versuche unter Berücksichtigung der Mengen der resorbirten Stoffe und der Zeit ihrer Wirkung in sehr grosser Anzahl angestellt werden. Es war mir vor Allem darum zu thun, auf die grossen Schwierigkeiten, welche durch die mannigfaltigen und wechselnden Bedingungen in Bildung und Zerfall des Glykogens entstehen, aufmerksam zu machen.

Schliesslich sei es mir gestattet, die Schlussfolgerungen, zu welchen diese Untersuchung geführt hat, kurz zusammenzufassen.

Das Glykogen ist ein Zwischenprodukt der Umsetzungen im thierischen Organismus, welches fortwährend bei dem Zerfall von Eiweiss erzeugt wird und sich wie andere im Wasser schwerer

lösliche oder schwerer diffundirbare Zersetzungsprodukte in den Organen bis zu einem gewissen Grade anhäuft, abhängig von der Menge, in der es erzeugt und zerstört wird.

Die Quantität des im Körper erzeugten Glykogens richtet sich nach der Grösse der Eiweisszersetzung; der Zerfall desselben, durch welchen höchst wahrscheinlich in erster Linie Zucker hervorgeht, wird bestimmt durch die Bedingungen der Zersetzungen in den Zellen und durch die Gegenwart anderer Stoffe, welche schwerer oder leichter als das Glykogen zerstört werden. Man ist daher nicht im Stande, aus dem Grade der Anhäufung des Glykogens auf den Grad der Erzeugung desselben zu schliessen; es kann sich kein Glykogen finden und doch recht viel gebildet worden sein, oder es können umgekehrt grosse Quantitäten desselben vorhanden und doch nur wenig erzeugt worden sein.

Es lassen sich mit Leichtigkeit alle Erscheinungen der Glykogenanhäufung erklären, wenn man nach den Untersuchungen von Pettenkofer und Voit annimmt, dass sehr rasch und in grösster Menge das Eiweiss im Thierkörper in seine Componenten (von denen einer das Glykogen ist) zerfällt, und dass von den stickstofffreien Stoffen am leichtesten und vollständig der Zucker zersetzt wird, dann das schwerer diffundirbare Glykogen, dann das aus dem Eiweiss abgespaltene Fett, dann das aus dem Darm eben in die Säfte gelangte Fett und endlich das in dem Fettzellgewebe eingeschlossene Fett.

Beim Hunger wird aus dem dabei zerfallenden Eiweiss stets Glykogen erzeugt, aber es zersetzt sich rasch weiter und häuft sich nicht an, weil es leichter zerlegt wird als das Fett im Fettgewebe, welches in so grosser Menge beim Hunger zu Grunde geht.

Bei ausschliesslicher Fütterung mit eiweissartigen Substanzen wird entsprechend der Zersetzung derselben viel Glykogen erzeugt, aber sowie dabei auch das aus dem Eiweiss sich abspaltende Fett in den meisten Fällen alsbald zerstört wird, so ist es auch mit dem Glykogen. Nach dem ersten Zerfall des Eiweisses sind nämlich die Bedingungen für die Zersetzung von Stoffen in den Zellen gewöhnlich noch nicht erschöpft, und es kommen daher zunächst das aus dem Eiweiss hervorgegangene Glykogen und Fett an die Reihe, da

diese beiden leichter angegriffen werden, als das in den Fettzellen abgelagerte Fett. Nur bei grossen Gaben von Eiweiss spaltet sich mehr Fett ab, als nachträglich zerstört werden kann; dann wird etwas von demselben angesetzt und häuft sich auch Glykogen in geringer Quantität an.

Gibt man ausschliesslich Fett oder Fett mit Eiweiss, so findet sich kein oder nur wenig Glykogen vor, da das aus dem Eiweiss hervorgegangene Glykogen ungleich leichter zersetzt wird als das aus dem Eiweiss entstandene oder aus dem Darm resorbirte Fett. Erst in dem äussersten Fall, wenn das aus dem Eiweiss abgespaltene Fett alles im Körper abgelagert ist, kann auch Glykogen zur Anhäufung gelangen.

Bei Zufuhr von Kohlehydraten allein kann alles aus dem dabei in geringer Menge zerlegten Eiweiss gebildete Glykogen abgelagert bleiben, da das letztere schwerer zersetzt wird als der vom Darm kommende Zucker. Wird mit den Kohlehydraten zugleich Eiweiss beigebracht und zerlegt, so entsteht allerdings mehr Glykogen und es kann bei reichlicher Zuckerzufuhr auch mehr angehäuft werden; bei der reichlichen Eiweisszersetzung werden aber auch die Bedingungen für den Zerfall der stickstofffreien Stoffe günstiger. Es kommt hier sehr auf das richtige Verhältniss des Zuckers zum Eiweiss an, denn sobald verhältnissmässig zu wenig Zucker vorhanden ist, wird neben dem im Ueberschuss gegebenen Eiweiss der Zucker und auch das Glykogen zerstört. Die Gesetze der Glykogenanhäufung gestalten sich in diesem Punkte also ganz gleich denen der Fettablagerung unter dem Einflusse der Kohlehydrate.

Ich hoffe für die vielfach schon als abgethan betrachtete Ersparnisstheorie neue Stützen beigebracht und manche Gegengründe widerlegt zu haben; zum Mindesten stehen vorläufig die beiden Theorien, die der Ersparniss und die der Anhydridbildung als gleichberechtigt gegenüber, für keine von beiden Theorien sind streng beweisende Thatsachen vorgeführt worden. Es muss weitern Untersuchungen in der von mir eingeschlagenen Richtung nach den von Prof. Voit angegebenen Principien überlassen bleiben, den sichern Entscheid zu bringen.

Untersuchungen über die Verunreinigung der Luft durch künstliche Beleuchtung und über die Vertheilung der Kohlensäure in geschlossenen Räumen.

Von

Dr. Friedrich Erismann

in St. Petersburg.

Nachdem ich in einer frühern Arbeit [1]) die Verunreinigung der Luft durch Abtrittgruben zum Gegenstande eingehender Untersuchungen gemacht hatte, lag es mir nahe auch den Einfluss verschiedener Methoden künstlicher Beleuchtung auf die Luftqualität in den Wohnungen in den Kreis meiner Beobachtungen zu ziehen, — um so mehr, als der hiebei einzuschlagende Gang der Untersuchung sehr viel Aehnlichkeit hatte mit der in der früheren Arbeit befolgten Methode. — Auch diese Versuche sind im hygieinischen Laboratorium des Herrn Professor von Pettenkofer in München ausgeführt, der mir mit ungemeiner und dankenswerther Liebenswürdigkeit Alles Nothwendige zur Verfügung stellte. — Ich will übrigens gleich hier bemerken, dass bei der Verarbeitung der Versuchsresultate sich einige Lücken in den Beobachtungen gezeigt haben, welche ich gerne nachträglich ausgefüllt hätte, wenn ich nicht durch meinen gegenwärtigen Aufenthaltsort und durch äussere Umstände verhindert wäre weitere Beobachtungen über diesen Gegenstand zu machen, welche mit den früheren direkt vergleichbar wären. Immerhin aber scheinen mir die aus den vorhandenen Versuchen

1) Zeitschrift für Biologie, Band XI, pag. 207.

gewonnenen Resultate hinlänglichen Werth und genügendes Interesse zu besitzen, um eine Veröffentlichung derselben auch ohne ergänzende Beobachtungen zu rechtfertigen.

Seit die Kienspahnflamme durch Unschlittkerzen, der Talg durch Stearin und Paraffin ersetzt wurde, seit an die Stelle der Sturzlampen die Pumplampen Carcel's und die Moderateurlampen getreten sind, seit das Rüböl immer mehr und mehr durch das gereinigte Petroleum und durch die verschiedenen Mineralöle verdrängt worden ist, — endlich seit der immer mehr um sich greifenden Verwendung der verschiedenen Leuchtgassorten, hat sich wohl Jeder einmal mit der Frage beschäftigt — welche Bedeutung den verschiedenen Beleuchtungsmaterialien in hygieinischer Beziehung zuzuschreiben sei, und, namentlich, welches von ihnen am meisten die zum Wohlbefinden des Organismus so nothwendige Reinheit der Luft in bewohnten Räumen garantire. Die vollständige Abwesenheit experimenteller Beobachtungen und brauchbaren statistischen Materiales gestatteten bis jetzt keine irgendwie befriedigende Lösung dieser Frage, und in Folge dessen konnten sanitare Rücksichten bei der Wahl des Beleuchtungsmateriales sowohl für Privatwohnungen als auch für öffentliche Gebäude, Fabriken, Schulen, Verkaufsläden etc. wenig maassgebend sein, so dass hiebei Jeder nach subjektivem Gutdünken und von ökonomischen Rücksichten oder persönlichen Neigungen und zufälligen Beobachtungen geleitet verfuhr. Wie sehr namentlich die Bequemlichkeit in der Anwendung geschätzt wird und bei der Wahl des Beleuchtungsmateriales maassgebend zu sein pflegt, beweist die gewaltige Ausdehnung, welche im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte die Leuchtgasfabrikation gewonnen hat, obgleich das Brennen von Petroleum zwei bis dreimal billiger ist als die Anwendung von Leuchtgas. Doch ist, andrerseits, nicht zu verkennen, dass in neuster Zeit sich vielerorts eine rückläufige Bewegung geltend macht, indem nicht selten in Privatwohnungen, in denen schon das Leuchtgas eingeführt war, dasselbe wiederum dem Petroleum geopfert wird. Gewöhnlich geschieht dies in Folge davon, dass bei Gasbeleuchtung in kleineren Räumen die Luft bald heiss und drückend gefunden wird und leicht das Gefühl von Unbehaglichkeit, namentlich aber Kopfschmerzen, erzeugt.

Bei der Beurtheilung verschiedener künstlicher Beleuchtungsarten vom hygieinischen Standpunkte aus sind hauptsächlich zwei Fragen zu beantworten: erstens — wie wirkt die Beleuchtung auf das Sehorgan, und, zweitens — welchen Einfluss hat sie, durch Veränderung der Luftqualität, auf den Gesammtorganismus? Bei der letzteren Frage muss wiederum der Einfluss der durch die Flamme erzeugten Temperatursteigerung unterschieden werden von demjenigen einer nachtheiligen Veränderung der chemischen Luftbeschaffenheit.

Die Frage nach dem Einfluss der von verschiedenen Beleuchtungsmaterialien erzeugten Flammen auf das Sehorgan ist schon vor einer Reihe von Jahren eingehend von Dr. Heymann in Dresden bearbeitet worden[1]). Die Heymann'schen Versuche haben ergeben, dass die Augen verschiedener Individuen, je nach dem Refraktionszustande und je nach der Intensität der Pigmentirung des Augenhintergrundes, in verschiedenem Grade gegen das Licht empfindlich sind, und dass, bei Berücksichtigung gewisser Vorsichtsmaassregeln, keine Beleuchtungsart für das Auge absolut schädlich ist, weil selbst ein sehr blendendes und viele gelbe und grüne Strahlen enthaltendes Licht durch bläuliche Cylindergläser auch für empfindliche Augen unschädlich gemacht werden kann[2]). Wenn also die von Seite der Augendiätetik an die künstliche Beleuchtung zu stellenden Forderungen, — hinlängliche Lichtmenge, ruhiges und gleichmässiges Licht und Abschwächung blendenden Lichtes, — erfüllt sind, so ist es für das Sehorgan gleichgültig, auf welche Weise die künstliche Beleuchtung erreicht wird. Dabei ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass das subjektive Gefühl der Behaglichkeit uns bestimmen kann die Petroleumflamme der Leuchtgasflamme, der ersteren die Kerzen —

1) Prager Vierteljahrsschrift, Band 100.

2) Statt blauer Gläser zum Schutz der Augen gegen ein Licht, das allzuviele gelbe und grüne Strahlen enthält, empfiehlt Magnus (Die Bedeutung des farbigen Lichts für das gesunde und kranke Auge etc. Leipzig 1875) in neuster Zeit das graue Rauchglas, welches nach seinen Beobachtungen, sowohl die Quantität, wie die Qualität des Lichtes herabstimmt und somit dem Auge den vollkommensten Schutz gegen allzu reizendes Licht gewährt, während durch das blaue Glas allerdings die an objektiver Lichtstärke reichen gelben und rothen Strahlen vom Auge abgehalten werden, dafür aber das letztere dem nach den Untersuchungen Lamansky's die Netzhaut durch seinen Farbencharakter verhältnissmässig sehr stark erregenden blauen Lichte ausgesetzt wird.

oder Rübölflamme etc. vorzuziehen. — Wenn man hie und da im Publikum und auch von Seiten der Aerzte Klagen hört, dass bei dieser oder jener Beleuchtungsart die Augen leiden, so sind solche unangenehme Folgen der künstlichen Beleuchtung gewöhnlich nicht dem gewählten Material zuzuschreiben, sondern der Mangelhaftigkeit des Lichtes, — der zu schwachen Beleuchtung. Dies bezieht sich namentlich auf Schulzimmer, Arbeitslokale für Handwerker, die mit feinen Gegenständen, Zeichnungen, zu thun haben etc. Sehr gut konnte ich den schädlichen Einfluss der künstlichen Beleuchtung in dieser Beziehung konstatiren bei Gelegenheit meiner Untersuchungen der Petersburger Schulkinder[1]). Ich fand nämlich, dass unter denjenigen Schülern, welche sich bei Gasbeleuchtung beschäftigten, 20% kurzsichtig waren, unter denjenigen, welche bei Petroleumbeleuchtung arbeiteten — 29%, unter denen dagegen, die sich mit Rübölflammen begnügen mussten, — 50%. In der That habe ich mich persönlich überzeugt, dass diese Letzteren bei durchaus mangelhafter Beleuchtung arbeiteten. — Für die Diätetik des Auges ist also, nebst den oben genannten Vorsichtsmaassregeln, die wichtigste Forderung an die künstliche Beleuchtung — die genügende Menge des Lichtes.

Die Frage nach der relativen sanitaren Schädlichkeit verschiedener Methoden der künstlichen Beleuchtung durch Luftverunreinigung und Tempertursteigerung ist bis jetzt wenig bearbeitet worden. Vergleichende statistische Beobachtungen hierüber in Fabriken, Pensionaten etc., wären von grossem Werth, fehlen aber, so viel uns bekannt ist, vollständig. Das chemische Material über die der Luft mitgetheilten Verbrennungsprodukte der verschiedenen Leuchtstoffe beschränkt sich auf vereinzelte Beobachtungen, wie, z. B., die Mittheilungen Eulenberg's über die Menge der beim Brennen des Leuchtgases entstehenden schwefligen Säure[2]), oder die Beobachtungen Romily's über das Auftreten von Cyanammonium unter den Verbrennungsprodukten des Leuchtgases[3]) etc.

1) Siehe Graefe's Archiv für Opthalmologie, Band XVII, wo übrigens die im Texte angeführten Beobachtungen nicht erwähnt sind.

2) Giftige Gase, S. 182.

3) Comptes rend., T. 65.

Die einzigen, systematischen, vergleichenden Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Beleuchtungsmaterialien auf die Luftbeschaffenheit der betreffenden Räume sind in der von Gorup-Besanez mitgetheilten Arbeit Zoch's enthalten[1]). Die Versuche Zoch's basirten auf der Annahme, dass bei jeder Art der künstlichen Beleuchtung vollkommene und unvollkommene Produkte der Verbrennung, bei einer gewissen, gleichen Intensität der Beleuchtung, zu einander in einem nahezu unveränderlichen Verhältnisse stehen müssen, dass, proportional der Menge des verbrauchten Materials, auch die Menge der entwickelten Kohlensäure und der unvollkommenen Verbrennungsprodukte, durch welche die Luft hauptsächlich verunreinigt wird, steigen müsse, und dass folglich die in die Luft übergegangene Kohlensäuremenge einen annähernden Maassstab für die Verunreinigung der Luft selbst abgeben werde. Demgemäss bestimmte Zoch die in einem geschlossenen, aber der natürlichen Ventilation bis zu einem gewissen Grade zugänglichen Raume während verschiedener Zeitdauer bei Gas-, Petroleum- und Rübölbeleuchtung auftretenden Kohlensäuremengen, und fand bei Reduktion der Versuchsresultate auf gleiche Lichtstärke, dass sich für 4 Stunden die Kohlensäurezunahme für Petroleum, Leuchtgas und Oel verhielt, wie 6:5:4. Er schloss hieraus auf die Vorzüge einer Oelbeleuchtung, welche die Luft am wenigsten mit fremden Beimischungen belade, während Petroleum sich in dieser Beziehung am ungünstigsten verhalte.

Aber die Arbeit Zoch's hatte Sätze antizipirt, die noch durchaus nicht bewiesen waren, und es konnte desshalb durch die Zoch'schen Versuche die Frage nach dem relativen Einflusse des Beleuchtungsmateriales auf die Luftbeschaffenheit nicht als erledigt betrachtet werden. Allerdings kann man wohl erwarten, dass bei gleichbleibender Lichtstärke und gleichem Materiale die Menge sowohl der vollkommenen als der unvollkommenen Verbrennungsprodukte proportional der Zeitdauer der Beleuchtung und dem Materialkonsum wachse, und dass beide Grössen unter sich in einem wenigstens annähernd konstanten Verhältnisse bleiben. Aber es

1) Zeitschrift für Biologie, III. Band, S. 117.

handelt sich ja bei vergleichender Beurtheilung des Einflusses der Leuchtmaterialien auf die Luftbeschaffenheit nicht um das gegenseitige Verhältniss der Kohlensäure und der unvollkommenen Verbrennungsprodukte bei demselben Materiale und derselben Lichtstärke, sondern die Frage muss so gestellt werden — ob bei den verschiedenen Leuchtstoffen und bei verschiedener Intensität der Flammen ein derartiges und so konstantes Verhältniss zwischen vollkommenen und unvollkommenen Verbrennungsprodukten bestehe, dass man aus einer Zunahme der Kohlensäure in der Luft des Beobachtungsraumes auch auf eine Zunahme der unvolllkommenen Verbrennungsprodukte schliessen könne, und umgekehrt — aus einer Abnahme der Kohlensäure auf eine grössere Reinheit der Luft überhaupt.

Diese Frage war wohl a priori zu verneinen. Die Verunreinigung der Luft durch eine Flamme rührt grösstentheils davon her, dass nicht die ganze Menge der in der Flamme vorhandenen Kohlenwasserstoffdämpfe zu Kohlensäure und Wasser verbrennt, sondern dass ein Theil derselben unverbrannt entweicht. Wir haben kein Recht anzunehmen, dass bei den verschiedenen Leuchtstoffen dieser unverbrannt entweichende Theil der Kohlenwasserstoffdämpfe zu dem verbrennenden Theile derselben unter allen Umständen in einem gleichen und konstanten Verhältniss stehe. Im Gegentheil, dieses Verhältniss muss grossen Schwankungen unterworfen sein, je nach der Temperatur der Flamme, die ihrerseits theils von der Beschaffenheit des Leuchtstoffes selbst, theils von der Grösse der Luftzufuhr abhängig ist und die mehr oder minder vollständige Verbrennung des Leuchtmateriales bedingt. Eine möglichst vollständige Verbrennung des letzteren ist aber nur möglich bei Anwendung von gereinigtem Leuchtmaterial, bei möglichst gleichmässiger Zufuhr desselben zur Flamme, bei genügender Erhitzung an der Stelle, wo die Verbrennung stattfindet, damit die Vergasung der Kohlenwasserstoffe vollständig vor sich gehe, — und, endlich, bei einer gewissen Grösse der Luftzufuhr. Eine zu geringe Luftmenge gibt eine russende Flamme; eine zu grosse Luftmenge erniedrigt die Temperatur zu sehr und gibt dadurch gleichfalls zur Abscheidung von Russ (der nach den Untersuchungen Frankland's kein reiner

Kohlenstoff ist, sondern ein Konglomerat dichter Kohlenwasserstoffverbindungen[1]) und zur Bildung von übelriechenden Produkten der Destillation Veranlassung. Man kann also wohl sagen, dass die Verunreinigung der Luft zur gebildeten Kohlensäure in einem reziproken Verhältniss steht, aber dasselbe ist so wandelbar und wird von so vielen Faktoren in jedem einzelnen Falle beeinflusst, dass die Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Luft allein nicht hinreicht um eine Vorstellung von der Grösse ihrer Verunreinigung durch Produkte der unvollkommenen Verbrennung zu geben.

Diese und ähnliche Ueberlegungen machten die Voraussetzungen, welche Zoch seinen Versuchen zu Grunde legte, von vorneherein unwahrscheinlich und wiesen auf die Nothwendigkeit hin die Produkte der unvollkommenen Verbrennung direkt zu bestimmen. Am genausten würden wohl solche Versuche ausfallen, wenn man die absolute Menge der von einer Flamme entwickelten Kohlensäure, des gebildeten Wassers und der unverbrannt entwichenen Kohlenwasserstoffdämpfe bestimmen könnte. Indem ich Anfangs diesen Plan der Untersuchung in's Auge fasste, dachte ich an die Möglichkeit hiezu den in dieser Zeitschrift so oft schon erwähnten kleinen, von Voit construirten Pettenkofer'schen Respirationsapparat zu benutzen, musste aber hievon absehen, da sich schon früher herausgestellt hatte, dass bei der in diesem Apparate möglichen Ventilationsgrösse die Luftzufuhr zur Ernährung einer grösseren Flamme nicht ausreichend ist. Da die Herstellung eines anderen einfacheren Apparates, welcher die Ausführung dieses Experimentes gestattet hätte, technische Schwierigkeiten bot, welche im Moment nicht zu überwinden waren, so musste ich den Gedanken — die absolute Menge der vollkommenen und unvollkommenen Verbrennungsprodukte verschiedener Leuchtstoffe zu bestimmen — aufgeben und mich darauf beschränken einzelne Proben der Luft eines grösseren Raumes, in welchem das zu prüfende Leuchtmaterial brannte, zu untersuchen. Ich konnte mir nicht verhehlen, dass ich hiebei eine Fehlerquelle einführte, deren schon Roth und Lex in

---

1) Wagner, Handbuch der chemischen Technologie, 9. Auflage, 1873, pag. 315.

Bezug auf die Zoch'schen Versuche erwähnen,[1]) nämlich — den Einfluss der natürlichen Ventilation, welche die Versuchsresultate zu rein zufälligen machen konnte, indem sie dem Versuchsraume während der Dauer verschiedener Experimente ungleiche Mengen frischer Luft zuführte. Dieser Fehler wurde in den weiter unten zu erwähnenden Experimenten durch Herstellung möglichst gleichmässiger Ventilationsbedingungen des Versuchslokales bis zu einem gewissen Grade vermieden, konnte aber selbstverständlich nicht ganz abgewendet werden und verursachte vermuthlich die nicht selten auffallende Verschiedenheit der Versuchsresultate bei anscheinend vollkommen gleichen äusseren Bedingungen. Eine grössere Zahl von Versuchen gleicht den Fehler einigermassen aus, indem sich dabei Mittelzahlen ergeben, welche der Wirklichkeit, trotz der verschiedenen Wirkung der natürlichen Ventilation in den einzelnen Fällen, vermuthlich ziemlich nahe kommen. Die Methode einzelne Luftproben des Versuchsraumes zu untersuchen hat übrigens, neben dem soeben erwähnten Nachtheile, den Vortheil, dass man hiebei eine Vorstellung über die wirkliche Vertheilung der verunreinigenden Stoffe in den verschiedenen Luftschichten des Lokales erhält, was bei einer Bestimmung der absoluten Menge der Verbrennungsprodukte im Respirationsapparat nicht möglich, aber vom hygieinischen Standpunkt aus von der grössten Wichtigkeit ist. In der That kann es durchaus nicht gleichgültig sein, ob sich die Produkte der unvollkommenen Verbrennung mehr weniger gleichmässig im Raume vertheilen, oder ob sie sich vorzugsweise in bestimmten Schichten desselben concentriren; und wenn eine Ergänzung meiner Versuchsreihen wünschenswerth erscheinen mag, so ist es hauptsächlich dieser Punkt, auf den hiebei das Augenmerk des Experimentators gerichtet sein muss.

Uebrigens ist der Einfluss der natürlichen Ventilation nicht der einzige Faktor, welcher den Werth der Versuchsresultate schmälern kann, sondern es liegt vermuthlich in der verschiedenen Lichtstärke der bei den Versuchen in Anwendung gekommenen Flammen und in der dadurch, behufs Vergleichung, nothwendig gewordenen Reduk-

1) Militär-Hygieine, I. pag. 195.

tion der Versuchsresultate auf einen einheitlichen photometrischen Lichteffekt eine neue Fehlerquelle. Es ist nämlich durchaus nicht bewiesen, dass bei ein- und demselben Beleuchtungsmaterial die Luftverunreinigung proportional mit der Lichtstärke zu- und abnimmt. Dies ist schon desshalb nicht zu erwarten, weil die Lichtstärke nicht proportional mit dem Materialkonsum wächst, sondern in einer gewissen Progression, so dass sie bei einer Verdoppelung des Konsums mehr als um das Doppelte zunimmt etc. Wenn ich also für eine bestimmte Grösse und Lichtstärke der Flamme die Produkte unvollkommener Verbrennung quantitativ bestimmt habe, so gibt mir Nichts das Recht anzunehmen, dass diese Menge das Doppelte betragen werde, wenn ich die Lichtstärke der Flamme um das Doppelte steigere, oder dass die Luftverunreinigung auf die Hälfte der früheren Grösse herabsinken werde, wenn ich die Flamme um die Hälfte verkleinere. Theoretisch muss man viel eher erwarten, dass bei Vergrösserung der Lichtstärke durch vermehrte Zufuhr von Beleuchtungsmaterial und durch gesteigerten Luftzutritt zur Flamme die relative Menge der Produkte unvollkommener Verbrennung in einer gewissen Progression abnehmen wird, weil unter den angeführten Umständen die Chancen für eine vollständige Verbrennung der Kohlenwasserstoffdämpfe sich mehren. Wenn mir also z. B. der Versuch mit einer Petroleumflamme von 10 Normalkerzen Lichtstärke eine gewisse Grösse der Luftverunreinigung ergab, und wenn ich nun eine Reduktion nach Proportionen auf einen Leuchtwerth von 6 Normalkerzen vornehme, so begehe ich vermuthlich einen Fehler: die durch Rechnung erhaltene Zahl ist zu klein und drückt nicht die ganze Luftverderbniss aus, welche durch eine Petroleumflamme von 6 Kerzen Leuchtwerth verursacht würde, — weil sehr wahrscheinlich die 10 Kerzen entsprechende Petroleumflamme relativ weniger unvollkommene Verbrennungsprodukte liefert, als diejenige, welche einen Leuchtwerth von nur 6 Kerzen hat. Der in Folge dieses Umstandes meinen Versuchen anhängende Fehler ist übrigens jedenfalls höchst unbedeutend, da, wie der Leser weiter unten sehen wird, die für Leuchtgas und Rüböl nothwendig gewordene Reduktion eine sehr geringe war (von ungefähr 8 Normalkerzen auf 6). Nur die Petroleum-

flammen waren so lichtstark, dass für die Vergleichung der Resultate eine Reduktion um das Dreifache stattfinden musste. Es sind desshalb, die für die Luftverderbniss durch Petroleum bei einer Lichtstärke von 6 Kerzen erhaltenen Zahlen jedenfalls zu klein, und bitte ich den Leser diesen Umstand bei Beurtheilung des Werthes der Tabellen IV und V im Auge haben zu wollen. Offenbar muss bei allfälliger Ergänzung meiner Versuche, auf diesen Punkt Rücksicht genommen werden; am besten wäre es von vorneherein mit Flammen von gleichem Leuchtwerth zu arbeiten. Mir persönlich war dies theilweise schon des ungleichen Gasdruckes wegen nicht möglich, der zu verschiedenen Tageszeiten in den Münchener Gasleitungsröhren herrscht und zur Folge hat, dass während des grössten Theiles des Tages im Laboratorium eine gewöhnliche Gasflamme nur einen Leuchtwerth von 2—3 Normalkerzen gibt, während derselbe bei dem gleichen Brenner gegen Abend auf 7 bis 8 Normalkerzen steigt. Solche Versuche müssen desshalb in einem Institut vorgenommen werden, das einen eigenen Gasometer besitzt und nicht von dem Gasdruck abhängig ist, welchen die städtische Gasanstalt jeweilen gibt.

Ich gehe nun zur Beschreibung der Versuche selbst über. Die Anordnung derselben war im Princip die gleiche, wie ich sie früher für die quantitative Bestimmung der von den Exkrementen in die Luft übergehenden Kohlenwasserstoffe, Fettsäuren etc. angewendet hatte [1]): die Luft wurde aus dem Versuchsraume durch eine Anfangs gemeinsame, aber später sich theilende Röhre vermittelst zweier Flaschenaspiratoren nach verschiedenen Seiten hin angesogen und auf der einen Seite zur Bestimmung der vorhandenen Kohlensäure durch Barytröhren geleitet, auf der andern Seite dagegen musste sie, bevor sie zu den Barytröhren gelangen konnte, erst eine in beständiger Rothglühhitze unterhaltene Röhre mit Kupferoxyd durchstreichen, so dass die etwa vorhandenen leicht verbrennlichen Kohlenwasserstoffverbindungen zu Kohlensäure und Wasser verbrennen mussten. Das Plus der Kohlensäure auf dieser Seite über die auf der andern Seite gefundene Menge derselben, stellte

---

1) Loco cit., pag. 223.

die aus den in der Röhre verbrannten Kohlenwasserstoffen erhaltene Quantität Kohlensäure dar. [1]) Aus ihr wurde der Kohlenstoff berechnet, und hieraus konnte man, unter der allerdings willkürlichen Annahme, dass die verbrannten Kohlenwasserstoffe alle die Zusammensetzung des Sumpfgases hatten, die Gewichts- und Volumenmenge derselben in allen einzelnen Fällen mit Leichtigkeit ableiten. Dieses Verfahren ist insofern nicht ganz genau, als ohne Zweifel in der untersuchten Luft sich Kohlenwasserstoffe mit dem verschiedensten Kohlenstoffgehalt befanden, aber da meine Versuche, wie schon bemerkt, nicht den Zweck hatten, die absolute Luftverunreinigung durch die Leuchtstoffe zu studiren, sondern nur ein anschauliches Bild von der relativen Verderbniss der Atmosphäre bei Anwendung verschiedener Beleuchtungsmaterialien geben sollten, so konnte die Annahme, dass die ganze Menge der unverbrannten Kohlenwasserstoffe in der Form von Sumpfgas vorhanden gewesen sei, den Werth der Versuchsresultate kaum beeinträchtigen. — Die angewendeten Aspiratoren waren auf Liter geaicht, und wurde während der Versuche auf ein möglichst gleichmässiges Auslaufen derselben Rücksicht genommen. Dies war desshalb nöthig, weil während der 8stündigen Dauer der Versuche begreiflicherweise die Beschaffenheit der Luft sich fortwährend änderte, indem die Menge der ihr beigemischten Verbrennungsprodukte allmählich stieg; wenn also z. B. der eine Aspirator am Anfang, der andere am Ende des Versuches eine grössere Luftmenge angesogen hätte, als sein Gefährte, so wäre damit ein nicht unerheblicher Fehler im Versuchsresultat entstanden — in dem Sinne, dass der erstere eine grössere Quantität noch reinerer Luft zur Untersuchung geliefert hätte, als der letztere. Zur möglichsten Vermeidung dieses Fehlers wurde übrigens, ausser strenger Kontrole des gleichmässigen Ganges beider Aspiratoren, an der Theilungsstelle der die zu untersuchende Luft führenden Röhre ein mehr als einen halben Liter haltender Kolben eingefügt, aus welchem die Aspiratoren unmittelbar die Luft entnahmen. Obgleich auf diese Weise auch

1) Diese Versuchsanordnung setzt voraus, dass die aus dem Versuchsraume aspirirte Luft nach beiden Seiten hin gleichmässig vertheilt werde. Ich habe früher (Zeitschrift für Biologie, Bd XI, pag. 224) gezeigt, dass dies in der That mit grosser Genauigkeit der Fall ist.

bei momentan stärkerer oder schwächerer Wirkung eines der Aspiratoren ein Gleichbleiben der Luftqualität auf beiden Seiten bis zu einem gewissen Grade garantirt war, so bin ich doch geneigt einzelne Abweichungen in den Versuchsresultaten wenigstens theilweise dem Umstande zuzuschreiben, dass bei der langen Dauer der Versuche, wobei ich natürlich nicht fortwährend den Gang der Aspiratoren kontroliren konnte, zuweilen längere Zeit hindurch die Aspiration auf der einen Seite etwas stärker oder schwächer gewesen war als auf der anderen.

Der Versuchsraum, in welchem die zu prüfenden Flammen brannten und aus welchem die zu untersuchende Luft entnommen wurde, war ein durch Holz- und Glaswände isolirter Theil des nach Westen gelegenen Laboratoriums, von etwas unregelmässiger Form und etwa 10 Kubikmeter Inhalt. Das Gemach enthält eine ehemalige Kutte, deren Züge jedoch verschlossen sind, so dass unter gewöhnlichen Umständen eine erhebliche Ventilation des Raumes durch dieselben nicht stattfinden kann. Nur bei starkem Westwinde machte sich die Anwesenheit der Züge trotz des Verschlusses fühlbar, und diesem Umstande sind, wenigstens theilweise Schwankungen in den Versuchsresultaten bei gleichen übrigen Bedingungen zuzuschreiben. — Die zu untersuchende Luft selbst, wurde in einigen Versuchen aus einer mittleren Höhe des Raumes, in andern dagegen unmittelbar über dem Boden oder unter der Decke entnommen; endlich stellte ich aber auch Versuche an, in denen ich gleichzeitig die Luft aus 4 verschiedenen Schichten des Raumes aspirirte, wobei die die Luft aus den einzelnen Schichten entnehmenden Kautschukschläuche durch T Röhren verbunden wurden und sich schliesslich zu einer einzigen Leitungsröhre vereinigten, welche die Luft den Aspiratoren zuführte. Hiebei wurde auch die Temperatur der Luft in den verschiedenen Schichten vor Beginn und beim Ende des Versuchs beobachtet. — Die Dauer jedes einzelnen Versuchs betrug 8 Stunden; die Mengen der in dieser Zeit von den Aspiratoren angesogenen Luft schwankten in sehr geringen Grenzen, — zwischen 15 und 18 Liter auf jeden Aspirator — waren aber bei jedem einzelnen Versuche auf beiden Seiten gleich. Die weitaus grösste Zahl der Versuche fiel in eine Zeit, wo täglich das Laboratorium

geheizt wurde, wobei die Temperatur desselben zwischen 16° und 22° schwankte.

Die der Untersuchung unterworfenen Beleuchtungsmaterialien waren: Stearinkerzen, Petroleum, Rüböl und Leuchtgas. Das letztere war das im Laboratorium gebräuchliche Steinkohlengas aus der Münchener Gasfabrik. Da, wie schon erwähnt, der Gasdruck während der Dauer der Versuche bedeutenden Schwankungen unterworfen war, so konnte die Reduktion auf eine gewisse Lichtstärke nicht mit Hilfe photometrischer Bestimmungen allein vorgenommen werden. Ich bestimmte desshalb vorläufig bei einer gewissen Höhe des Gasdrucks den photometrischen Lichteffekt der Flammen; indem ich zugleich durch Gasuhren die Grösse des Gaskonsums kontrolirte. Auf diese Weise war ich in den Stand gesetzt in den folgenden Versuchen aus der verbrauchten Gasmenge die durchschnittliche Lichtstärke der Flamme während der ganzen Dauer des Versuchs zu berechnen. Das Gas brannte in einem Schnittbrenner und einem Einlochbrenner, ohne Cylinder. — Das angewandte Petroleum war von der besten, in München käuflichen Sorte, schön fluoreszirend, und besass ein spec. Gewicht von 787.5. Zum Versuche dienten zwei mächtige Salonlampen mit Spaltbrennern, die ein helles und sehr weisses Licht gaben. — Das Lampenöl war ebenfalls so rein als möglich und besass ein spec. Gewicht von 912. Die zu den Versuchen angewandten Lampen waren eine Sturzlampe und eine etwas kleinere Moderateurlampe. — Die angewandten Stearinkerzen waren Münchener Normalkerzen, von denen 5 aufs Pfund gehen, und von denen jede in der Stunde durchschnittlich 10 Grm. Stearin verzehrt — dieselben die von Voit und v. Pettenkofer zu den Kontrollversuchen mit dem grossen Respirationsapparat von jeher verwendet wurden. Bei den Versuchen brannten jedesmals gleichzeitig 6 Kerzen.

In Bezug auf die Versuchsresultate selbst habe ich noch zu bemerken, dass eine Reduktion der aus den gefundenen Gewichtsmengen berechneten Gasvolumina auf Normalbarometerdruck und 0° sich als unmöglich erwies, weil die Temperaturen in den verschiedenen Höhen des Versuchslokales so verschieden und während der Versuchsdauer so grossen Schwankungen ausgesetzt waren, dass von

Annahme einer mittleren Temperatur, welche der Reduktion hätte zu Grunde gelegt werden müssen, nicht die Rede sein konnte. Die Gasvolumina sind also in allen Tabellen mit denjenigen Zahlen eingeführt, welche den unmittelbar gefundenen Gewichtsmengen derselben direkt entsprechen. Der hiedurch entstehende Fehler ist aber verhältnissmässig gering; ich habe für einige extreme Fälle, unter Zugrundelegung der am Ende des Versuchs gefundenen hohen Temperatur, die Reduktion durchgeführt und mich dabei überzeugt, dass selbst für diese Fälle der Fehler nicht mehr als 10 % des direkt gefundenen Gasvolumens betrug, in der Mehrzahl der Fälle aber weit geringer war.

Ich gebe nun im Folgenden in tabellarischer Uebersicht die Resultate aller von mir angestellten Versuche. Die gefundenen Gewichtsmengen der Kohlensäure sind dabei in Volumina umgerechnet und auf 1 Liter reduzirt, so dass die Zahlen der Tabelle Kubikcentimeter im Liter darstellen. Dasselbe bezieht sich auf die Volumina des Sumpfgases. — Um aber zu wissen, um wieviel die Luft des Versuchsraumes durch die künstliche Beleuchtung verschlechtert wird, musste ich erst ihre Beschaffenheit bei Abwesenheit jeder Beleuchtung kennen. Zu diesen Zweck stellte ich einige Versuche an, die folgende Resultate ergaben (die Luft wurde hiebei den mittleren Schichten des Raumes entnommen):

In 1 Liter Luft gefunden:

Nr. des Versuchs	CO_2		CH_4		Besondere Bemerkungen
I	0.241	im Mittel 0.268	—		Sommer; Wind.
II	0.256		0.043	im Mittel 0.051	Winter.
III	0.306		0.059		Winter.

Man sieht, dass die Luft des Versuchsraumes auch bei Abwesenheit jeglicher künstlicher Beleuchtung eine gewisse Menge von kohlenstoffhaltigen Substanzen enthielt, deren Kohlenstoff sich beim Verbrennen der Luft über glühendem Kupferoxyd in Kohlensäure verwandelte; und zwar befanden sich in je 1000 cc der Luft im Mittel 0.051 cc solcher Substanzen und ausserdem 0.268 cc fertiger Kohlensäure. Die folgende Tabelle wird zeigen, dass mit

Einführung der Beleuchtung sowohl die Menge der Kohlensäure als der kohlenstoffhaltigen verbrennlichen Substanzen bedeutend zunimmt. Die Tabelle enthält, erstens, die absolute Menge der in 1 Liter der untersuchten Luft gefundenen Kohlensäure und Kohlenwasserstoffe und ihr gegenseitiges Verhältniss, und zweitens, die ausschliesslich von der Beleuchtung herrührenden Mengen der betreffenden Gase. Mit zwei in der Tabelle besonders bezeichneten Ausnahmen befand sich die Lichtquelle immer in einer mittleren Höhe des Raumes (ca. 120—140 Ctm. über dem Boden).

(Siehe Tabelle auf Seite 330.)

Bevor ich zur Besprechung der hier niedergelegten Versuchsresultate übergehe, will ich noch eine Tabelle angeben, in welcher die Versuche derart geordnet sind, dass man eine übersichtliche Vorstellung von der Luftverderbniss der verschiedenen Schichten durch die einzelnen Leuchtmaterialien erhält. Diese Tabelle zeigt einige Lücken, die sich aber erst bei Ausarbeitung des gewonnenen Materials bemerklich machten, — also leider zu einer Zeit, wo ich nicht mehr in der Lage war durch weitere Versuche das Fehlende zu ergänzen.

(Siehe Tabelle auf Seite 331.)

In erster Linie geht aus diesen Tabellen hervor, dass **unter allen Umständen und bei allen Sorten künstlicher Beleuchtung die Luft eines geschlossenen Raumes mehr Kohlensäure und organische Substanzen enthält, als bei Abwesenheit künstlicher Beleuchtung.** Tabelle I zeigt nämlich bei allen Versuchen ein zuweilen ziemlich beträchtliches Plus der Kohlensäure und des Sumpfgases im Vergleich mit der gewöhnlichen Luftbeschaffenheit. Jedenfalls wird also durch die künstliche Beleuchtung die Luft verunreinigt, wenn auch damit noch nicht gesagt sein soll, dass sie dadurch eine gesundheitsschädliche Beschaffenheit annehme. — Ausserdem genügen diese zwei Tabellen vollkommen uns davon zu überzeugen, dass, wenn auch ohne Zweifel gesetzmässige Verhältnisse zwischen den Produkten der vollkommenen und unvollkommenen Verbrennung existiren, dieselben doch bei den Bedingungen des Versuchs, sowie überhaupt bei der Beleuchtung

Tabelle I.

Nummer des Versuches	Beleuchtungs-material	In 1 Liter Luft überhaupt gefunden CO_2	In 1 Liter Luft überhaupt gefunden CH_4	Verhältnis von CH_4 zu CO_2	In 1 Liter Luft von der Beleuchtung herrührend CO_2	In 1 Liter Luft von der Beleuchtung herrührend CH_4	Besondere Bemerkungen
	1. Gruppe. Luft aus den mittleren Schichten des Raumes (150 ctm über dem Boden).						
IV	Leuchtgas (1 Flamme)	0.435	—		0.167	—	Sommer; Wind.
V	" "	0.482	0.100	1 : 4.8	0.214	0.049	Sommer; Wind.
VI	" "	0.509	0.141	3.6	0.241	0.090	Winter; Wind.
VII	" "	0.386	0.083	4.7	0.118	0.032	Sommer; Wind.
VIII	" "	0.409	0.077	5.3	0.141	0.026	Sommer; starker Wind Gasflamme 12 Std. vor Beginn des Versuches gebrannt.
IX	" "	1.06	0.066	16.0	0.792	0.015	
X	" "	1.62	0.114	14.2	1.352	0.063	
XI	(2 Flammen)	1.82	0.087	20.9	1.548	0.036	
XII	Kerzen (6 Stück)	2.48	0.201	12.3	2.21	0.150	
XIII	" "	2.69	0.077	35.0	2.42	0.026	
XIV	Petroleum (2 Lampen)	0.75	0.093	8.1	0.48	0.042	
XV	" "	1.23	0.066	18.6	0.96	0.015	
XVI	" "	1.16	0.131	9.0	0.89	0.080	Absichtlich blaue Flamme gemacht; kein Geruch.
XVII	Rüböl (2 Lampen)	0.64	0.123	5.2	0.37	0.072	Stark russende Flammen; unangenehmer Geruch.
XVIII	" "	1.13	0.121	9.4	0.86	0.070	
	2. Gruppe. Luft aus den untersten Schichten des Raumes (10 ctm über dem Boden).						
XIX	Leuchtgas (2 Flammen)	1.02	0.166	6.2	0.75	0.115	
XX	Kerzen	0.88	0.303	2.9	0.61	0.252	Kerzen brennen am Boden des Raumes: Luft aus ihrer unmittelbaren Nähe entnommen.
XXI	"	1.01	0.100	10.0	0.74	0.049	Dasselbe.
XXII	Rüböl	0.59	0.051	11.6	0.32	0.000	Westwind.
	3. Gruppe. Luft aus der obersten Schichte des Raumes.						
XXIII	Leuchtgas	1.77	0.402	4.4	1.50	0.351	
XXIV	Kerzen	2.88	0.090	32.0	2.61	0.039	
XXV	"	2.46	0.054	46.0	2.19	0.001	
XXVI	Rüböl	2.68	—		2.41	—	Starker Westwind.
	4. Gruppe. Luft aus 4 verschiedenen Schichten des Raumes (20—110—200—290 ctm über dem Boden).						
XXVII	Leuchtgas	0.90	0.143	6.3	0.63	0.092	
XXVIII	Kerzen	1.52	0.238	6.4	1.25	0.187	
XIX	Petroleum	2.09	0.107	19.5	1.82	0.056	
XXX	Rüböl	1.67	0.148	11.2	1.40	0.097	

Tabelle II.

Beleuchtungs-Material	Zahl der Versuche	Art der Lichtquelle	Art der Luftentnahme	CO_2	CH_4	Verhältniss von CH_4 zu CO_2
Leuchtgas	1	Mitte	unten	1.02	0.166	1 : 6.2
"	6	"	Mitte	0.744	0.097	7.7
"	1	"	oben	1.77	0.402	4.4
"	1	"	4 Schichten	0.90	0.143	6.3
Kerzen	2	unten	unten	0.95	0.201	4.7
"	2	Mitte	Mitte	2.58	0.139	18.6
"	2	"	oben	2.67	0.072	37.1
"	1	"	4 Schichten	1.52	0.238	6.4
Petroleum	0	—	unten	—	—	—
"	3	Mitte	Mitte	1.05	0.097	10.8
"	0	—	oben	—	—	—
"	1	Mitte	4 Schichten	2.09	0.107	19.5
Rüböl	1	Mitte	unten	0.59	0.051	11.6
"	2	"	Mitte	0.88	0.122	7.2
"	1	"	oben	2.68	—	—
"	1	"	4 Schichten	1.67	0.148	11.2

nicht luftdicht abgeschlossener Räume keineswegs in die Erscheinung treten. Das Verhältniss von CH_4 zu CO_2 in der Luft der beleuchteten Lokale ist nicht nur bei Anwendung verschiedener Leuchtstoffe ein sehr variables, sondern es ändert sich auch in nicht weniger erheblichem Grade bei den Versuchen mit ein- und demselben Material und ist namentlich in den verschiedenen Luftschichten durchaus nicht das gleiche. So schwankt es z. B. beim Leuchtgas zwischen 1 : 3.6 und 1 : 20.9, bei den Kerzen zwischen 1 : 2.9 und 1 : 35.0, bei dem Petroleum zwischen 1 : 8.1 und 1 : 19.5 etc.; im Mittel beträgt es bei Gas 1 : 8.9, bei Kerzen 1 : 23, bei Petroleum 1 : 11.9, bei Rüböl 1 : 8.7. Nimmt man die Luft zur Untersuchung aus 4 verschiedenen Schichten des Raumes gleichzeitig, so ist das Verhältniss für Gas 1 : 6.3, für Kerzen 1 : 6.4, für Petroleum 1 : 19.5, für

Rüböl 1 : 11.2. — Wenn man es unternimmt die Versuche in aufsteigender Reihenfolge einerseits nach der gefundenen Menge von Kohlensäure, andrerseits nach der Quantität der Kohlenwasserstoffe zu ordnen, so zeigt die mangelnde Uebereinstimmung in der Aufeinanderfolge der Versuche in beiden Reihen deutlich die Unmöglichkeit aus einer grossen Menge von Kohlensäure auf die Gegenwart einer bedeutenden Quantität von Kohlenwasserstoffen zu schliessen und umgekehrt. Beispielsweise will ich einen solchen Vergleich nur für die Versuche der 4. Gruppe (Tabelle I) durchführen. Dieselben ordnen sich:

Nach der Menge der gefundenen CO_2: XXVII, XXVIII, XXX, XXIX.
" " " " " CH_4: XXIX, XXVII, XXX, XXVIII.

Man sieht, dass von einer auch nur annähernden Uebereinstimmung nicht gesprochen werden kann, dass also unter den Bedingungen des Versuchs, sowie überhaupt in jedem Raum, welcher der natürlichen Ventilation durch die Wände, Spalten und Thüren und Fenstern etc. ausgesetzt ist, Faktoren in Wirksamkeit sind, welche das ursprüngliche, gesetzmässige Verhältniss zwischen den von der Flamme ausgehenden Produkten der vollkommenen und unvollkommenen Verbrennung der Art stören, dass die in verschiedenen Luftschichten des Raumes vorhandenen Mengen von CO_2 und CH_4 keine konstanten Beziehungen mehr zeigen. Daraus folgt aber, **dass die in der Luft vorhandene Kohlensäuremenge bei den verschiedenen Arten der künstlichen Beleuchtung nicht als Maassstab der Verunreinigung der Luft durch die Produkte unvollkommener Verbrennung angesehen werden kann.** Dies gilt um so eher als, wie aus Tabelle II sichtbar ist, die Mengen von CO_2 und CH_4 in verschiedenen Luftschichten ungemein variabel sind, so dass niemals von der Qualität einer einzelnen Luftschicht ein Schluss auf die Beschaffenheit der Luft in einer höher oder tiefer liegenden Schicht gemacht werden darf. — Höchstens könnte man nun fragen, ob es nicht möglich sei eine Maximalzahl für den Kohlensäuregehalt der Luft bei künstlicher Beleuchtung festzustellen, welcher nicht überschritten werden soll, wenn man irgend eine Garantie für die Reinheit der Luft haben will. Dies ist nun allerdings möglich,

und man kann auf Grund meiner Versuchsresultate erklären, die Luft dürfe in keiner Schicht mehr als 0.6 oder höchstens 0.7 pro mille (also 0.6—0.7^{cc} im Liter) Kohlensäure enthalten, — da in der That in allen Versuchen, in denen dieser Kohlensäuregehalt überschritten war, grössere Mengen von Produkten der unvollkommenen Verbrennung gefunden wurden. Hiemit aber ist durchaus nicht gesagt, dass die Luft rein genug sei, wenn der Kohlensäuregehalt derselben die genannte Zahl nicht überschreitet. Versuch V und VI zeigen, dass auch bei geringerem Kohlensäuregehalt der Luft beträchtliche Mengen von Kohlenwasserstoffen beigemischt sein können. Man hat also, wenn man in einem künstlich beleuchteten Raume einen Kohlensäuregehalt von 0.6—0.7 pro mille findet, wohl die Gewissheit, dass die Luft desselben nicht mehr rein ist, — aber der Befund einer geringeren Kohlensäuremenge gibt keine Garantie für die Reinheit der Luft.

Was die Ursachen der höchst ungleichen Vertheilung der Verbrennungsgase im Raume betrifft, so ist dieselbe jedenfalls wesentlich in den Temperaturverhältnissen und in der natürlichen Ventilation des Lokales zu suchen. Wie wir weiter unten sehen werden, ist in einem, im Verhältniss zu seiner Grösse, stark beleuchteten Raume die Luft sehr ungleichmässig erwärmt, so dass leicht Differenzen von 15^{0} und mehr in der Temperatur der untersten und obersten Luftschichten vorkommen können, — sogar wenn, wie in unserem Falle, das beleuchtete Gemach von einem gleichmässig erwärmten Raume rings umgeben ist. Beispielsweise will ich hier nur anführen, dass in Versuch XVI am Ende des Experimentes die Temperatur am Boden des Versuchslokals 14^{0} C. betrug, unter der Decke dagegen 32^{0}; im Versuch XXIII wurde direkt über dem Boden 14.5^{0} gefunden, unter der Decke 33^{0} etc. Solche Verhältnisse müssen nothwendig eine gleichmässige Mischung der Luft verhindern und das Bestreben der verschiedenen Luftschichten, durch Diffusion ins chemische Gleichgewicht zu kommen, wesentlich beeinträchtigen. Ueberhaupt kann offenbar bei grossen Temperaturdifferenzen, wie sie in künstlich beleuchteten Räumen auch bei nicht unbedeutender, zufälliger Ventilation existiren, die Diffusionskraft gar nicht zum Ausdruck kommen: so z. B. müsste man

eigentlich erwarten, dass die Vertheilung der Kohlenwasserstoffe, wenn dieselben hauptsächlich in der Form von Sumpfgas vorhanden sind, gleichmässiger wäre als die Vertheilung der Kohlensäure, weil sich die Diffusionsgeschwindigkeiten beider Gase verhalten, wie 0.390 : 0.235. Dennoch ist aus den Versuchen nichts der Art sichtbar, und die Unregelmässigkeiten in der Vertheilung des Sumpfgases sind um kein Haar geringer, als diejenigen in der Vertheilung der Kohlensäure. Der Einfluss starker Temperaturdifferenzen auf die Luftmischung ist so gross, dass, wie man aus den Tabellen ersieht, durchwegs die obersten Schichten viel reicher an Kohlensäure sind als die mittleren oder die unmittelbar über dem Boden befindlichen. Durch den starken aufsteigenden Luftstrom wird die entwickelte Kohlensäure mechanisch mit nach oben gerissen und grossentheils, dem Gesetze der Schwere entgegen, in den der Decke zunächst liegenden Schichten festgehalten, in so fern sie nicht durch das Material der Decke selbst, oder durch Spalten in demselben nach Aussen entweichen kann. Für den Umstand, dass die unverbrannten Kohlenwasserstoffe sich nicht auch, wie die Kohlensäure, vorzugsweise in den obersten Luftschichten vorfanden (übrigens mit einer Ausnahme — bei dem Versuche mit Leuchtgas), sondern mehr die mittleren und untern Schichten einnahmen, finde ich in den die Versuche begleitenden Umständen selbst keine Erklärung. Es ist wohl möglich, dass bei der geringen Anzahl der hieher gehörigen Versuche dieses Resultat ein rein zufälliges ist. Es ist kein Grund denkbar, warum die Kohlenwasserstoffe nicht ebenso gut von dem aufsteigenden Luftstrome mitgerissen werden sollten, und in dem Versuche mit Leuchtgas ist dies offenbar der Fall gewesen (Versuch XXIII); auch bei den Versuchen mit Rüböl macht sich die Tendenz der unvollkommenen Verbrennungsprodukte nach oben zu steigen bemerklich. Wenn dies also beim Brennen von Stearinkerzen nicht der Fall war, so müssen zufällige, der Beobachtung entgangene Umstände, eine gleichmässigere Vertheilung der Kohlenwasserstoffe im Raume oder ein Entweichen derselben begünstigt haben. Man könnte daran denken, ob nicht die bei der Beleuchtung mit Kerzen entstehenden Kohlenwasserstoffe durchschnittlich schwerer sind, als diejenigen, welche bei den übrigen Beleuchtungs-

arten unverbrannt entweichen. Dass ihr mittleres spec. Gewicht beträchtlicher ist als dasjenige des Sumpfgases ist wohl anzunehmen, aber schwerlich ist es denkbar, dass dasselbe das spec. Gewicht der Kohlensäure übertreffe, — und doch ist auch die letztere bei Kerzenbeleuchtung in den mittleren und höheren Luftschichten viel reichlicher vorhanden als unmittelbar über dem Boden.

Ich mache noch darauf aufmerksam, dass in einzelnen Versuchen ich es absichtlich darauf anlegte, durch unvollkommene Verbrennung des Leuchtmateriales in den Lampen eine grössere Verunreinigung der Luft hervorzurufen. In Versuch XVI, mit Petroleum, ist diess wirklich gelungen. Derselbe wurde unter möglichst gleichen Bedingungen angestellt wie die beiden vorausgehenden Versuche, mit dem einzigen Unterschiede, dass die Flammen absichtlich sehr klein gemacht wurden. In der That ergab sich hiebei eine bedeutend grössere Menge von Kohlenwasserstoffen in der Luft als bei den zwei früheren Versuchen, obgleich, wenigstens für meine Nase, ein schlechter Geruch nicht bemerkbar war. Es ist jedoch bekannt, dass die gewöhnlichen kleineren Petroleumlampen bei kleiner Flamme einen äusserst unangenehmen Geruch verbreiten; offenbar erreichte in dem erwähnten Versuche, bei den angewandten grossen Lampen, die Luftverunreinigung keinen für die Nase auffallenden Grad, weil die gute Construction der Lampen auch bei kleiner Flamme noch eine hinlängliche Temperatur der letzteren ermöglichte, so dass die Verbrennung des der Flamme zugeführten Materiales eine ziemlich vollkommene blieb. — Versuch XVIII, mit Rüböl, war in derselben Absicht angestellt wie Versuch XVI. Wirklich war der zu Ende des Versuchs im Lokale herrschende Geruch ziemlich widerwärtig; auch zeigte sich seltsamerweise in der Luft eine bedeutend grössere Menge von Kohlensäure als bei dem vorausgehenden Versuch mit demselben Leuchtmaterial; aber die Vermehrung der Kohlenwasserstoffe machte sich im Versuchsresultate nicht geltend. Sollte diess davon herrühren, dass besondere Luftströmungen die Produkte der unvollkommenen Verbrennung zufälligerweise nicht in grösseren Mengen an den Ort der Entnahme der zu untersuchenden Luft gelangen liessen? Gegen eine grössere Intensität der Ventilation überhaupt, dem vorausgehenden Versuche

gegenüber, spricht die nicht unbedeutende Vermehrung der Kohlensäure, statt welcher man, bei der geringeren Grösse der Flammen und der offenbar weniger vollkommenen Verbrennung in denselben, eher eine Verminderung erwartet hätte.

Ich will übrigens nicht unerwähnt lassen, dass alle die Schwankungen in den absoluten Mengen der Verbrennungsgase und alle die Unregelmässigkeiten in der Vertheilung derselben, so bedeutend sie auch an und für sich erscheinen mögen, doch sehr gering sind in Betracht der grossen Mengen von Verbrennungsprodukten, welche während der Dauer der Versuche von den Lichtflammen entwickelt wurden. Um diese Vorstellung dem Leser anschaulich zu machen und zugleich einen Begriff von der Grösse der auch im scheinbar abgeschlossenen Raum stattfindenden natürlichen Ventilation zu geben, will ich versuchen, ungefähr die durchschnittlich von den einzelnen Leuchtstoffen während der Versuchsdauer entwickelten Kohlensäuremengen zu berechnen und einen Vergleich zwischen denselben und den wirklich gefundenen Mengen anzustellen. Ich wähle hiezu die Versuche XXVII, XXVIII, XXIX und XXX, in welchen die Luft aus allen 4 Schichten des Raumes zur Untersuchung genommen wurde. Hiebei wird vorausgesetzt, dass aller Kohlenstoff der Leuchtstoffe wirklich zu Kohlensäure verbrannt sei.

In Versuch XXVII wurden während der Dauer von 8 Stunden in runder Summe 1000 Liter Leuchtgas verbrannt. Da nach Schilling[1]) 100 Vol. Leuchtgas 68.08 Vol. Kohlensäure beim Brennen entwickeln, so gaben die 1000 Liter Gas 681 Liter Kohlensäure, und bei dem Kubikinhalt des Raumes von 10 Kubikmeter hätte in Folge dessen bei Abwesenheit jeglicher Ventilation der Kohlensäuregehalt der Luft auf 68.1 pro mille steigen müssen.

In Versuch XXVIII verbrannten während der Dauer von 8 Stunden 7 Stearinkerzen. Da eine gewöhnliche Stearinkerze in der Stunde ungefähr 11.3 Liter Kohlensäure entwickelt, so geben 7 Kerzen in 8 Stunden 634 Liter, welche bei Abwesenheit aller Ventilation den Kohlensäuregehalt der Luft des Versuchsraumes auf 63.4 pro mille gesteigert hätten.

---

1) Handbuch der Steinkohlengasbeleuchtung. München, 1860.

In Versuch XXIX verbrannten während der Dauer von 8 Stunden 560 Grm. Petroleum. Da unter den günstigsten Umständen das Petroleum 86 % Kohlenstoff enthalten kann,[1]) so würden sich aus der verbrauchten Quantität desselben 900 Liter Kohlensäure berechnen, und diese hätten bei totaler Abwesenheit der Ventilation den Kohlensäuregehalt der Luft des Versuchsraumes auf 90 pro mille gesteigert.

In Versuch XXX endlich verbrannten während der Dauer von 8 Stunden 348 Grm. Rüböl. Wenn man im Rüböl 75 % Kohlenstoff annimmt, so würden sich aus der verbrauchten Menge desselben 488 Liter Kohlensäure berechnen, und diese hätten den Kohlensäuregehalt der Luft des Versuchsraumes auf 48.8 pro mille erhoben.

Wenn man nun die auf diese Weise für die verschiedenen Leuchtstoffe berechneten Kohlensäuremengen vergleicht mit den wirklich in der Luft des Versuchslokales gefundenen Quantitäten dieses Gases, so zeigt sich, dass die letzteren nur einen äusserst kleinen Theil der ersteren bilden, mit anderen Worten, dass unter dem Einfluss der natürlichen Ventilation weitaus der grösste Theil der der Luft durch die Flammen mitgetheilten Kohlensäure aus dem Versuchsraume entwichen ist. Diess geht deutlich aus folgender Zusammenstellung hervor:

Tabelle III.

Beleuchtungs-Material	CO_2 pro mille		Die gefundenen CO_2 Mengen in Procent-Zahlen der berechneten
	berechnet	gefunden	
Leuchtgas . .	68.1[2])	0.9	1.3
Kerzen . . .	63.4	1.52	2.4
Petroleum . .	90.0	2.09	2.3
Rüböl	48.8	1.67	3.4

1) Roth und Lex, Militärhygieine. I. pag. 195.

2) Zu den Zahlen dieser Rubrik müsste eigentlich noch die Quantität der in der Luft des Raumes ursprünglich schon vorhandenen Kohlensäure hinzugerechnet werden; aber dieselbe ist im Verhältniss zu den von der Beleuchtung herrührenden Kohlensäuremengen so ungemein gering (0.268 pro mille), dass sie hier füglich unberücksichtigt bleiben konnte.

Da, wie aus diesen Zahlen ersichtlich ist, im Versuchsraum während der einzelnen Versuche nur 1.3 — 3.4 % der entwickelten Kohlensäuremengen zurückblieben, alle übrige Kohlensäure aber durch die sehr bedeutende zufällige Ventilation des Lokales[1]) weggeführt wurde, so ist es begreiflich, dass unbedeutende Schwankungen in der Intensität der letzteren einen verhältnissmässig grossen Einfluss auf den Kohlensäuregehalt der Luft des Versuchsraumes ausüben mussten, so dass bei ein und demselben Beleuchtungsmaterial und unter übrigens ganz gleichen Bedingungen leicht das eine Mal nur 1.5 % der entwickelten Kohlensäure im Raume zurückbleiben konnte, das andere Mal 2% und mehr. Man darf sich desshalb auch nicht darüber aufhalten, wenn das Verhältniss, in welchem die für die einzelnen Leuchtstoffe gefundenen Kohlensäuremengen zu einander stehen, etwas abweicht von dem Verhältniss, in welchem sich die von den Leuchtstoffen wirklich entwickelten Quantitäten dieses Gases gegenseitig befinden. Für Kerzen und Petroleum lässt übrigens die Uebereinstimmung in diesem Verhältnisse nichts zu wünschen übrig, indem dasselbe für die berechneten Kohlensäuremengen 3 : 4.5 beträgt, für die gefundenen 3 : 4; dagegen ist offenbar im Versuche mit Leuchtgas die Ventilation stärker, im Versuche mit Rüböl dagegen schwächer gewesen als während der übrigen Versuche. — Man wird wohl annehmen können, dass dasselbe, was hier von der Kohlensäure gesagt ist, sich auch auf die unverbrannt entweichenden Kohlenwasserstoffe beziehe.

Die beiden Tabellen I und II, die das aus den Versuchen gewonnene Rohmaterial enthalten, geben natürlich nicht die Möglichkeit einer directen Vergleichung der durch die einzelnen Beleuchtungsmaterialien hervorgerufenen Luftverderbniss; es bedarf

1) Diese zufällige Ventilation des Versuchsraumes war, wie aus Tabelle III hervorgeht, so gross, dass bei dem Versuche mit Rüböl die Luft sich 3.5 Mal in der Stunde vollständig erneuerte, bei den Versuchen mit Petroleum und Kerzen — ungefähr 6 Mal und bei dem Versuche mit Leuchtgas — sogar 9.5 Mal. Im letzteren Falle hätten wir also eine Lufterneuerung vor uns, welche das, was man von einer guten künstlichen Ventilation verlangt, um das Dreifache übertrifft. Dieser starke Luftwechsel ist übrigens bei den früher erwähnten Eigenschaften des Versuchslokals leicht erklärlich; doch darf man nicht vergessen, dass die obigen Zahlen auf Genauigkeit keinen Anspruch machen.

hiezu der Reduktion der gefundenen Kohlensäure- und Kohlenwasserstoffmengen auf die Einheit des photometrischen Lichteffekts. Indem ich, um dieser Forderung gerecht zu werden, in der folgenden Tabelle die Resultate der Reduktion auf eine Lichtstärke von 6 Normalkerzen bringe, mache ich noch einmal darauf aufmerksam, dass eine solche Reduktion nur einen bedingten Werth besitzt, weil es noch nicht bekannt ist, in welchem Verhältnisse die Menge der gebildeten Kohlensäure einerseits und der Kohlenwasserstoffe andrerseits mit der Vermehrung oder Verminderung der Lichtstärke zu- oder abnehmen. Zuverlässiger wäre das Resultat jedenfalls, wenn es gelänge zu solchen Versuchen von vorneherein Flammen von derselben Lichtstärke zu verwenden. — Ich habe die Reduktion ausgeführt sowohl für die Beschaffenheit der aus der mittleren Höhe des Raumes, als der aus 4 verschiedenen Schichten desselben zugleich aspirirten Luft.

Die Tabelle IV enthält die Zahlen für die wirklich gefundene Luftverderbniss, auf eine Stärke von 6 Normalkerzen reduzirt; in der Tabelle V dagegen ist die Reduktion mit dem Plus der Luftverderbniss durchgeführt, das man als ausschliesslich von der Beleuchtung abhängig betrachten kann. Theoretisch ist die letztere Tabelle wichtiger, aber im vorliegenden Falle möchte ich der ersteren einen grösseren Werth beilegen, weil die Mittelzahlen für die gewöhnliche Luftbeschaffenheit, durch deren Abzug von der direkt gefundenen Menge der Kohlensäure und der Kohlenwasserstoffe jenes Plus erhalten wird, aus einer zu geringen Anzahl von Versuchen gewonnen sind, als dass sie als Norm betrachtet werden könnten.

(Siehe die Tabellen auf Seite 340.)

Diese beiden Tabellen geben ein sehr deutliches Bild von dem Verhältnisse, in welchem die einzelnen Beleuchtungsmaterialien sich an der Luftverderbniss betheiligen, und der Werth der hier niedergelegten Zahlen steigt in meinen Augen dadurch, dass dieselben, trotz einiger Abweichungen im Einzelnen, im Allgemeinen eine bei der verhältnissmässig geringen Anzahl der Versuche auffallende Konstanz zeigen. Es ergibt sich sowohl bei der Analyse der Luft aus

Tabelle IV.

Reduktion der direkt gefundenen Luftverderbniss auf eine Lichtstärke von 6 Normalkerzen (die Zahlen bedeuten Cubikcentimeter im Liter).

Beleuchtungs-Material	Wirkliche Lichtstärke der angewandten Flammen	Reducirte Mengen von		Die Luftverderbniss durch Petroleum als Einheit genommen	
		CO_2	CH_4	CO_2	CH_4
a) Luft aus der mittleren Höhe des Raumes.					
Petroleum . .	19.5 Kerzen	0.32	0.030	1	1
Rüböl	7.75 „	0.68	0.095	2.1	3.2
Leuchtgas . .	{6 Versuche mit 1 Fl. v. 4.5 Kerzen {1 „ „ 2 „ v. zus. 8 K.	1.04	0.119	3.3	4.0
Kerzen . . .	6 Kerzen	2.58	0.139	8.0	4.6
b) Luft aus 4 Schichten des Raumes.					
Petroleum . .	. . . .	0.643	0.033	1	1
Leuchtgas . .	. . . .	0.675	0.107	1.05	3.2
Rüböl	. . . .	1.25	0.115	2	3.5
Kerzen . . .	. . . .	1.52	0.238	2.4	7.2

Tabelle V.

Reduktion der ausschliesslich von der Beleuchtung abhängigen Luftverderbniss auf die Lichtstärke von 6 Kerzen.

Beleuchtungs-Material	Reducirte Mengen von		Die Luftverderbniss durch Petroleum als Einheit angenommen	
	CO_2	CH_4	CO_2	CH_4
a) Luft aus der Mitte des Raumes.				
Petroleum . .	0.24	0.014	1	1
Rüböl	0.48	0.056	2	4
Gas	0.75	0.056	3.1	4
Kerzen . . .	2.31	0.083	9.6	6
b) Luft aus 4 Schichten des Raumes.				
Petroleum . .	0.56	0.017	1	1
Gas	0.47	0.069	0.8	4.1
Rüböl	1.09	0.072	2	4.4
Kerzen . . .	1.25	0.187	2.2	11.0

der Mitte des Raumes, als bei Untersuchung der Luft aus 4 verschiedenen Schichten gleichzeitig, dass das Petroleum bei guter Konstruktion der Lampen der Atmosphäre nicht nur weniger Kohlensäure, sondern, was viel wichtiger ist, weniger Produkte der unvollkommenen Verbrennung mittheilt als die übrigen Beleuchtungsmaterialien. Ebenso konstant ergibt sich, dass Stearinkerzen, die gleiche Lichtstärke vorausgesetzt, die Luft am meisten verunreinigen, so dass die letztere hiebei verhältnissmässig grosse Mengen von Kohlensäure und relativ viel unverbrannte Kohlenwasserstoffe enthält.

Diess hängt vermuthlich davon ab, dass der Luftzutritt zur Kerzenflamme unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht reichlich genug ist, um die Temperatur der Flamme auf denjenigen Hitzegrad zu bringen, welcher zur Verbrennung aller in der Flamme befindlichen kohlenstoffhaltigen Produkte der trockenen Destillation des Leuchtstoffes nöthig wäre. Bei den mit Zuggläsern versehenen Rüböl- und Petroleumlampen wird leichter diese Temperatur erreicht. Auch der Kohlenstoff der Stearinkerzen verbrennt übrigens vollständiger, wenn die Luftzufuhr zur Flamme künstlich verstärkt wird, wie diess z. B. im Pettenkofer'schen Respirationsapparate der Fall ist. — Die Verunreinigung der Luft durch Rüböl und Leuchtgas zeigte unter den Bedingungen des Versuches keine wesentlichen Differenzen, so dass die Luft bald bei dem einen, bald bei dem anderen dieser Leuchtstoffe mehr Verbrennungsgase enthielt. Sehr anschaulich drückt sich das Verhältniss der Luftverunreinigung durch die verschiedenen Beleuchtungsmaterialien in der letzten Rubrik der Tabellen IV und V aus. Man bemerkt dabei, dass die Verhältnisszahlen für die Kohlenwasserstoffe unter verschiedenen Bedingungen des Versuchs (Luftentnahme aus der Mitte und aus 4 Schichten) viel konstanter sind als diejenigen für die Kohlensäure. Es hängt diess vielleicht mit einer leichteren Diffusibilität der ersteren zusammen, welche eine gleichmässigere Vertheilung derselben begünstigt. Im Allgemeinen kann man ungefähr sagen, dass die Luftverunreinigung durch Produkte der unvollkommenen Verbrennung unter den Bedingungen des Versuchs sich für

Petroleum, Leuchtgas, Rüböl und Kerzen verhielt wie 1 : 4 : 4 : 7.

Um anschaulich zu machen, in welchem Maasse die auf 6 Normalkerzen reduzirten und in Tabelle IV und V enthaltenen Kohlensäuremengen für die verschiedenen Leuchtstoffe denjenigen Quantitäten dieses Gases entsprechen, welche der Luft wirklich mitgetheilt würden, wenn die einzelnen Leuchtstoffe 8 Stunden lang in einer Lichtstärke von 6 Normalkerzen brennen würden, habe ich die folgende Tabelle entworfen. Sie enthält erstens — diejenige Kohlensäuremenge, welche die verschiedenen Leuchtmaterialien bei einer Lichtstärke von 6 Kerzen innerhalb 8 Stunden abgeben würden (vollständige Verbrennung des C zu CO_2 vorausgesetzt), zweitens — das gegenseitige Verhältniss dieser Mengen, wenn die von Petroleum abgegebene Quantität gleich 1 gesetzt wird, drittens — die gefundenen Kohlensäuremengen, auf 6 Kerzen reduzirt, nach Tab. IV b, und viertens — das gegenseitige Verhältniss der letzteren für die verschiedenen Leuchtstoffe.

Tabelle VI.

Leuchtstoffe	Von den Leuchtstoffen bei einer Lichtstärke von 6 Kerzen in 8 Stunden abgegebene CO_2-Mengen	Ihr gegenseitiges Verhältniss	Gefundene CO_2-Mengen auf 6 Kerzen reducirt	Ihr gegenseitiges Verhältniss
Petroleum . .	27 pro mille	1	0.643 pro mille	1
Rüböl	37.5 „ „	1.4	1.25 „ „	1.94
Leuchtgas . .	50.4 „ „	1.86	0.675 „ „	1.05
Kerzen . . .	63.4 „ „	2.3	1.52 „ „	2.36

Man sieht, dass die Uebereinstimmung für die Endglieder der Reihe — Petroleum und Kerzen — eine vollständige ist, indem sich sowohl für die berechneten, als auch für die gefundenen, aber auf 6 Normalkerzen reduzirten Zahlen die von den Kerzen herrührende Kohlensäuremenge sich zu der vom Petroleum abstammenden verhält wie 2.3 : 1. Für Gas und Rüböl finden allerdings in den Verhältnisszahlen nicht unbedeutende Abweichungen statt, die vermuth-

lich auf Unregelmässigkeiten in der Ventilation zu schieben sind. Jedenfalls zeigt die Tabelle, dass die Resultate der Versuche nicht absolut zufällige sind, sondern dass die wirklich gefundene Verunreinigung der Luft durch die verschiedenen Leuchtstoffe mit der theoretisch zu erwartenden ziemlich übereinstimmt.

Es ist nun klar, dass alle die bis jetzt angeführten Zahlen uns noch keine Anhaltspunkte geben zur Würdigung der hygieinischen Schädlichkeit, welche in der künstlichen Beleuchtung liegt.

Wir haben zwar keinen Maassstab, um zu entscheiden, wie viel gasförmige Kohlenwasserstoffe in der Luft bewohnter Räume enthalten sein dürfen, ohne dass dieselbe für den menschlichen Organismus nachtheilig wäre; aber jedenfalls wird man nicht zu weit gehen, wenn man sagt: „je weniger, desto besser.“ Wir wollen es nicht auf uns nehmen zu entscheiden, ob die in den obigen Versuchen in der Luft des Versuchsraumes gefundenen Mengen unvollkommener Verbrennungsprodukte der Leuchtstoffe noch in das Gebiet des Zulässigen gehören oder nicht. Ich glaube auch, dass Niemand gegenwärtig diese Frage zu entscheiden im Stande ist, weil die Zahl der hierüber gemachten brauchbaren Beobachtungen gleich Null ist. Aber ich mache darauf aufmerksam, dass unter gewöhnlichen Verhältnissen die Verunreinigung der Luft durch künstliche Beleuchtung noch viel geringer sein muss, als sie in meinem Versuchsraume war. Es kommt nämlich wohl selten vor, dass in einem künstlich erleuchteten Raume auf je 10 Cub.-M. eine Lichtmenge kommt, die 6 Normalkerzen gleich wäre. Gewöhnlich ist die Beleuchtung erheblich geringer, und in demselben Maasse sinkt natürlich auch die Gefahr der Luftverunreinigung. Ich will die in Wirklichkeit ungefähr zu erwartende Grösse der letzteren unter Zugrundelegung der durch meine Versuche gewonnenen Zahlen an zwei Beispielen erläutern. Ich bediene mich hierbei derjenigen Zahlen, welche ausschliesslich die von der Beleuchtung herrührende Luftverschlechterung anzeigen und sich in Tabelle V b verzeichnet finden. Man kann aus denselben mit leichter Mühe ableiten, dass für eine Lichtstärke von 6 Normalkerzen in jedem Cubikmeter des Versuchsraumes folgende Mengen von dem Beleuchtungsmaterial abstammender Verbrennungsgase vorhanden waren:

	CO_2	CH_4
Bei Anwendung von Petroleum . .	560 Cub.-Centim.	17 Cub.-Centim.
„ „ „ Leuchtgas . .	470 „ „	69 „ „
„ „ „ Rüböl . . .	1090 „ „	72 „ „
„ „ „ Stearinkerzen .	1250 „ „	187 „ „

Wenn wir uns nun, statt des Versuchsraumes, der, wie wir erwähnten, einen Cubikinhalt von nur 10 Cub.-M. besitzt, ein Wohn- oder Arbeitszimmer von mittlerer Grösse, mit einem Cubikinhalt von 100 Cub.-M. vorstellen und annehmen, dasselbe sei mit Kerzen oder Gas oder Petroleum etc. in einer Lichtstärke von 6 Normalkerzen beleuchtet, so ist diese Beleuchtung unter gewöhnlichen Umständen jedenfalls vollkommen hinreichend. Jeder Cubikmeter der Zimmerluft würde in diesem Falle (gleiche Bedingungen der Ventilation, wie sie in meinem Versuche stattfanden, vorausgesetzt) folgende Mengen von Kohlensäure und Kohlenwasserstoffen, von dem Beleuchtungsmaterial herrührend, enthalten:

	CO_2	CH_4
Bei Anwendung von Petroleum . .	56 Cub.-Centim.	1.7 Cub.-Centim.
„ „ „ Leuchtgas . .	47 „ „	6.9 „ „
„ „ „ Rüböl . . .	109 „ „	7.2 „ „
„ „ „ Kerzen . . .	125 „ „	18.7 „ „

Im schlimmsten Falle also, d. h. bei Beleuchtung mit Stearinkerzen, würde jeder Cubikmeter der Zimmerluft eine Kohlensäuremenge enthalten, die man sich in Form eines Würfels vorstellen kann, dessen Seite 5 Centim. misst, — und eine Quantität von Kohlenwasserstoffen, die einen Würfel bilden würden, dessen Seite eine Spur mehr als 2 Centim. misst. Es ist kaum denkbar, dass eine so geringe Beimischung von Verbrennungsgasen zur Athemluft einen schädlichen Einfluss auf die Gesundheit ausüben könne.

Wir stellen uns als zweites Beispiel ein Schulzimmer, einen kleinen Fabriksaal oder ein kleineres öffentliches Versammlungslokal vor, — überhaupt einen Raum, in welchem sich eine grössere Anzahl von Menschen befinden, und der hinlänglich erleuchtet sein soll, um auch eine feinere Arbeit ohne übermässige Anstrengung der Augen zu ermöglichen. Dieser Raum besitze einen Cubikinhalt von 300 Cub.-M.

(9.5 × 7 × 4.5) und sei durch Gasflammen oder Petroleumlampen etc. mit einer Lichtstärke von zusammen 96 Normalkerzen erleuchtet. Diese Annahme würde z. B. zutreffend sein für ein Schulzimmer, in welchem sich 48 Schüler befinden, wobei auf je 4 Schüler eine Gasflamme von 8 Normalkerzen Leuchtkraft käme, — eine Beleuchtung, die gegenwärtig allgemein als genügend anerkannt wird. Man findet durch eine einfache Rechnung, dass in diesem Falle jeder Cubikmeter der Zimmerluft folgende Mengen von Kohlensäure und Kohlenwasserstoffen, von der Beleuchtung herrührend, enthalten würde:

	CO_2	CH_4
Bei Anwendung von Petroleum . .	298.7 Cub.-Centim.	9.1 Cub.-Centim.
„ „ „ Leuchtgas . .	250.7 „ „	36.8 „ „
„ „ „ Rüböl . . .	581.3 „ „	38.4 „ „
„ „ „ Kerzen . . .	633.3 „ „	99.7 „ „

Also im schlimmsten Falle, d. h. bei Kerzenbeleuchtung, würde jeder Cubikmeter Luft eine Quantität Kohlensäure enthalten, die einen Würfel von 8 Centim. Seite darstellen würde, — und eine Quantität Kohlenwasserstoffe, die einen Würfel von weniger als 4.7 Centim. Seite darstellen würde. Eine solche Menge von organischen Substanzen, obgleich an und für sich sehr gering, könnte doch vom hygieinischen Standpunkte aus Bedenken erregen, namentlich für Räume, in denen der Mensch mehrere Stunden nach einander zubringt. Ausserdem darf man nicht vergessen, dass es in solchen Räumen noch andere und reichere Quellen der Luftverderbniss zu geben pflegt (zu denen namentlich der Mensch selbst gehört), welche schon an und für sich, wenn sie nicht einen nachtheiligen Einfluss auf die Gesundheit ausüben sollen, eine ausgiebige und fortwährende Erneuerung der Luft durch künstliche Ventilation nöthig machen. Man hat also vom hygieinischen Standpunkte aus alle Ursache, diese letztere für stark beleuchtete und von zahlreichem Publikum besuchte Räume energisch zu fordern, und wir begrüssen es mit Freuden, dass jetzt selten mehr ein öffentliches Gebäude — ein Schulhaus, Theater, Restaurationssaal etc. — errichtet wird, für welches nicht eine künstliche Ventilation vorgesehen wäre. Da übrigens für die Beleuchtung öffentlicher Lokale wohl nur noch in Ausnahmsfällen Stearinkerzen

verwendet werden, sondern man sich, wenigstens in Städten, hiezu des Leuchtgases oder Petroleums bedient, welche der Luft viel weniger unverbrannte Kohlenwasserstoffdämpfe mittheilen, so kann man, ohne seinen skeptischen Standpunkt zu verläugnen, im Allgemeinen sagen, dass in hinlänglich ventilirten Räumen durch die künstliche Beleuchtung die Luft nicht in gesundheitsschädlichem Grade verunreinigt wird, wenn die Beleuchtungsmaterialien selbst vor ihrer Anwendung auf den möglichsten Grad von Reinheit gebracht worden sind. — Um diesem Satze noch eine weitere Stütze zu geben, mache ich darauf aufmerksam, dass ohne Zweifel die durch die Versuche gefundenen und den ferneren Berechnungen zu Grunde gelegten Zahlen für die Bedingungen, unter denen die Versuche stattfanden, Maximalzahlen sind. Schon Zoch hatte die Beobachtung gemacht, dass die Kohlensäuremenge in der Luft keineswegs in geradem Verhältnisse mit dem längeren Brennen der Flammen wächst, da, je länger die Brenndauer ist, desto mehr sich der Einfluss des durch die natürliche Ventilation bewirkten Luftwechsels geltend macht, so dass schon nach einer Brenndauer von etwa 4 Stunden das unter den gegebenen Verhältnissen mögliche Maximum der Luftverschlechterung erreicht wird. Ich kann diese Erfahrung vollkommen bestätigen, da z. B. in Versuch VIII, wo vor Beginn des Experimentes die Gasflamme die ganze Nacht durch gebrannt hatte, die Luftverderbniss durchaus keinen höheren Grad erreichte als in anderen Versuchen, bei welchen die Flammen erst unmittelbar vor Beginn des Experimentes angezündet wurden. Man kann es also als bewiesen betrachten, dass in Bezug auf die Quantität der Verbrennungsprodukte in beleuchteten Räumen sich nach einer gewissen Zeit, — die von der Art und Stärke der Beleuchtung und von den Bedingungen der zufälligen Ventilation abhängig ist, — ein Gleichgewicht herstellt, das als Maximum der Luftverderbniss betrachtet werden kann.

Ich will an dieser Stelle noch der Resultate eines Versuches gedenken, den ich bei Gelegenheit der soeben beschriebenen Experimente unternahm, um einen Anhaltspunkt zur Vergleichung der Luftverderbniss durch Menschen mit derjenigen durch die künstliche Beleuchtung zu gewinnen. Statt der Lichtflammen befanden sich

in dem Versuchsraume 4 erwachsene Individuen, deren Athmungs- und Perspirationsprozess als Quelle der Luftverunreinigung diente. Im Uebrigen waren die Versuchsbedingungen die gleichen wie sonst. Die zu untersuchende Luft wurde aus der mittleren Höhe des Raumes entnommen; die Temperatur des letzteren betrug zu Ende des Versuches über dem Boden 20.5^{0}, unter der Decke 21.5^{0}. — Als Resultat des 8stündigen Versuches erhielt ich für den Liter Luft des Versuchsraumes 1.99^{cc} Kohlensäure und 0.177^{cc} Kohlenwasserstoffe, oder überhaupt kohlenstoffhaltige organische Substanzen. Wenn man diese Zahlen, was am natürlichsten ist, mit den in Tabelle IVa befindlichen Zahlen vergleicht, so stellt sich heraus, d a s s i n B e z u g a u f o r g a n i s c h e S u b s t a n z e n d u r c h d i e 4 I n d i v i d u e n d i e L u f t e b e n s o s e h r v e r u n r e i n i g t w u r d e, w i e d u r c h e i n e G a s f l a m m e v o n 6 N o r m a l k e r z e n L i c h t s t ä r k e, während in Bezug auf die Kohlensäuremenge sich die 4 Individuen annähernd gleich verhielten wie 6 brennende Stearinkerzen. Auch in diesem Falle hatte die natürliche Ventilation weitaus den grössten Theil der Athmungs- und Perspirationsprodukte ausgetrieben: wenn man nämlich annimmt, dass ein erwachsener Mensch mit jedem Athemzug 20^{cc} Kohlensäure ausstösst und dass er 15 Athemzüge in der Minute macht, so würden 4 Menschen in 8 Stunden eine Kohlensäuremenge von 576 Liter entwickeln. Hiedurch würde der Kohlensäuregehalt in dem 10 Cub.-M. fassenden Versuchsraume auf 57.6 pro mille gehoben werden, wenn durchaus keine Lufterneuerung existirte. Da statt dessen nur 1.99 pro mille gefunden wurde, so waren also 96.5 % der gebildeten Kohlensäure entwichen und nur 3.5 % waren zurückgeblieben, — ein ähnliches Verhältniss, wie wir es in Tabelle III für das Rüböl schon kennen lernten. — Ich mache bei dieser Gelegenheit noch auf folgenden Punkt aufmerksam: Wenn ich es hätte unternehmen wollen Jemanden zu überzeugen, dass die betreffenden 4 Individuen in dem engen Raume von 10 Cub.-M. Inhalt, in welchem sie sich kaum rühren konnten, sanitarisch wenigstens in Bezug auf die Luftbeschaffenheit unter besseren Bedingungen existirten, als die Schüler in manchen geräumigen Schulzimmern, so hätte derselbe vermuthlich ungläubig den Kopf geschüttelt. Dennoch unterliegt diese Behauptung keinem Zweifel: der Kohlensäuregehalt stieg

in meinem Versuchsraume während der 8stündigen Versuchsdauer nicht höher als auf 1.99 pro mille, während, nach den Erfahrungen Breitings[1]) und Anderer, ein Kohlensäuregehalt von 5 und 6 pro mille, und sogar noch mehr, in Schulzimmern während der Unterrichtszeit durchaus keine Seltenheit ist. Daraus folgt aber, dass die natürliche Ventilation in den betreffenden Schulzimmern um ein Erhebliches geringer war, als in meinem Versuchsraume. Man könnte einzuwenden versuchen, dass im Verhältniss zu der Grösse des Lokales in einem Schulzimmer mehr Kohlensäure erzeugt werde als in meinem Versuchsraume durch die 4 Individuen. Diess ist jedoch nicht der Fall: in einem Schulzimmer, wie überfüllt es auch sein mag, kommt doch gewiss selten weniger als 3 Cub.-M. Raum auf den Menschen, während bei meinem Versuche jedes Individuum nur über 2.5 Cub.-M. verfügte, so dass die relative Kohlensäureproduktion im letzteren Falle ohne Zweifel bedeutender war als im ersteren, — wenn man sogar davon absehen will, dass mein Versuch mit erwachsenen Menschen angestellt wurde, während sich in den Schullokalen gewöhnlich Individuen befinden, die weniger Kohlensäure produciren. — Dieselben Ueberlegungen lassen sich natürlich auch auf die organischen Beimengungen zur Luft anwenden. Wenn, wie in meinem Versuche, 0.117 pro mille organische Substanz gefunden werden, so heisst das, dass in 1 Cub.-M. Luft 117^{cc} derselben vorhanden sind, während ein schlecht ventilirtes Schulzimmer mindestens 2—300^{cc} organischer Substanz im Cubikmeter enthalten würde, die vom Respirations- und Perspirationsprocesse der Anwesenden abstammt. Es bestätigt sich hiemit das weiter oben Gesagte, dass es in öffentlichen Lokalen weit intensiver wirkende Quellen für die Luftverderbniss gibt als die künstliche Beleuchtung, selbst wenn die letztere mit dem in dieser Beziehung ungünstigsten Material, — mit Kerzen, vorgenommen wird. Es wäre übrigens interessant, directe Beobachtungen über die Menge der in der Luft von Klassenzimmern zur Zeit des Unterrichtes vorhandenen organischen Substanzen anzustellen.

Ich gehe noch mit einigen Worten auf die zweite sanitare Schädlichkeit ein, welche durch die künstliche Beleuchtung erzeugt

1) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege, 1870. pag. 22.

werden kann, — die Temperatursteigerung der Luft des beleuchteten Raumes. — Dieser Gegenstand bedarf eigentlich einer sorgfältigen Bearbeitung auf Grund eigens zu diesem Zwecke angestellter systematischer Versuche. Da dieselben mir fehlen, so kann ich die Frage nach dem Grade der Temperatursteigerung durch die verschiedenen Arten der künstlichen Beleuchtung nur insoweit erörtern, als es die bei Gelegenheit der übrigen Beobachtungen gewonnenen Daten erlauben. Die folgende Tabelle enthält die bei einzelnen Versuchen in verschiedenen Schichten des Raumes beobachteten Temperaturen mit Bezeichnung des jeweilig angewandten Beleuchtungsmateriales. Die römischen Zahlen bezeichnen die Höhen, auf welche sich die Temperaturen beziehen, und zwar ist

I = 20 Centimeter über dem Boden,
II = 110 „ „ „ „
III = 200 „ „ „ „
IV = 290 „ „ „ „

(Siehe Tabelle auf Seite 350.)

In allen diesen Versuchen, bei denen das Zimmer, in welchem sich der Versuchsraum befand, geheizt war, ergab sich mit grosser Regelmässigkeit, dass die Temperatur der unteren Luftschichten bis zu einer Höhe von circa 1.5^{m} während der 8stündigen Dauer der Versuche nur sehr unbedeutend stieg und durchschnittlich nur um 2—3^{0} zunahm. Die Temperatur der höheren Luftschichten dagegen und namentlich diejenige der unmittelbar unterhalb der Decke gelegenen Luft, stieg in allen Versuchen sehr bedeutend.

Für die einzelnen Beleuchtungsmaterialien ergaben sich folgende Differenzen zwischen der Temperatur der höchsten Luftschichten beim Beginne und am Ende der Versuche:

(Siehe Tabelle VIII auf Seite 351.)

Für die in der Höhe von 1.5—2^{m} gelegenen Luftschichten liesse sich eine ähnliche Tabelle herstellen und dieselbe würde in Bezug auf die Temperatursteigerung durch verschiedene Leuchtstoffe dasselbe Resultat geben, wie Tabelle VIII, mit dem einzigen Unterschiede, dass auf dieser geringeren Höhe auch die Differenzen in den Temperaturen zu Anfang und Ende der Versuche geringer sind

Tabelle VII.

Nummer des Versuchs	Beleuchtungs-Material	Ort des Thermometers	Temperatur in Grad Cels. Beginn des Versuchs	Ende des Versuchs
XXI	Kerzen	I	15	16
		IV	23	26
XIX	Leuchtgas	I	15.5	14.5
		IV	20	32
XXIII	"	I	12	14.5
		IV	22	33
XVII	"	I	17	18
		IV	21	26.5
XXVI	Rüböl	I	11.5	19
		IV	19	26
XXII	"	I	16	18
		IV	16	31
XVIII	"	I	15.5	16.5
		IV	23	32.5
XXX	"	I	15	17.5
		II	19.5	22.5
		III	22	29.5
		IV	22	33.5
XXIX	Petroleum	I	17	15
		II	18	20.5
		III	21.5	28
		IV	22.5	33
XXVIII	Kerzen	I	13.5	15
		II	18.5	19.5
		III	22.5	24
		IV	23.0	28
XXVII	Leuchtgas	I	12.5	15
		II	15	20.5
		III	19	32
		IV	19	32.5

Tabelle VIII.

Nummer des Versuchs	Beleuchtungs-Material	Temperatur bei Beginn	Temperatur am Ende	Differenz	Mittel der Differenz
XXI	Kerzen	23	26	3	4°
XXVIII	„	23	28	5	
XIX	Leuchtgas	20	32	12	10.5°
XXIII	„	22	33	11	
XVII	„	21	26.5	5.5	
XXVII	„	19	32.5	13.5	
XXVI	Rüböl	19	26	7	10.8°
XXII	„	26	31	15	
XVIII	„	23	32.5	9.5	
XXX	„	22	33.5	11.5	
XXIX	Petroleum	22.5	33	10.5	10.5°

als unter der Decke. — Die obige Tabelle zeigt, dass die absolute Höhe der Temperatursteigerung für Leuchtgas, Rüböl und Petroleum gleich und ziemlich bedeutend war, während sich für Kerzen nur eine unerhebliche Temperaturerhöhung geltend machte. Wenn man aber den photometrischen Lichteffekt der Flammen während der Versuche berücksichtigt, so ergibt sich, dass bei gleicher Lichtstärke Rüböl und Gas die Temperatur bedeutend mehr steigern als das Petroleum, so zwar, dass die Wirkung des letzteren ungefähr derjenigen der Kerzen gleichkam. Die Kerzen sind überhaupt in Bezug auf die Temperaturverhältnisse das angenehmste Beleuchtungsmaterial, namentlich weil sie die Luft der mittleren Schichten, welche wir zunächst einathmen, äusserst wenig erwärmen. Gas wirkt in dieser Beziehung am ungünstigsten, und es hat wohl jeder schon die Beobachtung gemacht, dass die zu grosse Nähe einer Gasflamme der von ihr ausgehenden strahlenden grossen Wärme wegen sehr unangenehm ist. Es muss desshalb bei Gasbeleuchtung sowohl in Privatwohnungen als in öffentlichen Gebäuden darauf gesehen werden, dass die Gasflammen sich nicht zu

niedrig über den Köpfen der Anwesenden befinden. So ist z. B. das Herabhängen der Kronleuchter bis in die mittlere Höhe der Theatersäle eine kaum zu rechtfertigende Gewohnheit, welche den Theaterbesuchern viel unnöthige Leiden verschafft, da eine vollkommen genügende Beleuchtung des Theaters erzielt werden kann, wenn der Kronleuchter unmittelbar unter der Deckenöffnung situirt ist. Wo ein concentrirtes Licht zur Arbeit nöthig ist, wie in Klassenzimmern, kann man sich dasselbe auch bei grösserer Entfernung der Flammen durch Reflektoren verschaffen. — Es ist sehr wahrscheinlich, dass in allen Fällen, in welchen die Gasbeleuchtung unangenehme Folgen für die menschliche Gesundheit nach sich zog, dieselben nicht der Verunreinigung der Luft durch Verbrennungsprodukte, sondern der strahlenden Wärme und der Temperatursteigerung der Luft zuzuschreiben war.[1])

Die verhältnissmässig bedeutende Erhöhung der Temperatur durch die Rüböllampen findet vermuthlich ihre Erklärung theilweise darin, dass, wie aus Tabelle III ersichtlich ist, die natürliche Ventilation bei den Versuchen mit Rüböl beträchtlich geringer war, als zu anderen Zeiten. Ob eine Rübölflamme bei gleicher Lichtstärke mehr Wärmeeinheiten entwickelt als eine Petroleumflamme, ist mir unbekannt; jedenfalls aber kann die blosse Berechnung der Wärmeeinheiten, der ja natürlich immer die Annahme einer vollständigen Verbrennung des Materiales zu Grunde gelegt werden muss, keine richtige Anschauung von der wirklichen Temperatursteigerung der Luft durch die verschiedenen Flammen geben, da die letztere von zahlreichen Nebenumständen in hohem Maasse abhängig ist, — so

1) Man könnte mir erwidern, dass, ausser den Dämpfen der unverbrannten Kohlenwasserstoffe, die Luft eines mit Steinkohlengas beleuchteten Raumes noch schweflige Säure und Ammoniak enthalte, welche als schädliche Momente für den Menschen betrachtet werden müssen. Hierauf entgegne ich, dass nur ein sehr schlechtes und unreines Steinkohlengas schweflige Säure in einer den Athmungsorganen schädlichen Menge entwickelt, und dass die Anwendung eines solchen Gases gesetzlich verboten sein soll. Ammoniak habe ich in der Luft meines Versuchsraumes nicht in quantitativ bestimmbaren Mengen nachweisen können. Es ist übrigens auch aus den von Firle in Breslau angestellten Versuchen bekannt, dass Kohlengas ganz von Schwefelwasserstoff und Ammoniak befreit werden kann. (Wagner's Handbuch der chem. Technologie, 1878. p. 356).

vor Allem von der Luftbewegung im Lokal, von der mehr oder weniger vollkommenen Verbrennung des Materiales, von der Konstruktion der Lampe selbst etc. Es müssen also zur Erledigung dieser Frage directe Versuche mit Temperaturbeobachtungen angestellt werden.

Ich will an diesem Orte noch eine Tabelle einfügen, aus welcher die bei den Münchener Preisen aus der verschiedenen Beleuchtungsart erwachsenden Kosten ersichtlich sind; hieran knüpfen sich dann einige Bemerkungen über den Einfluss der Konstruktion der Lampen auf den Materialkonsum. Obgleich diese Fragen direkt kein hygieinisches Interesse haben, halte ich es doch nicht für überflüssig, sie hier gelegenheitlich zu berühren, weil sie fast überall, wo es sich um Anwendung der Leuchtstoffe in grösseren Quantitäten handelt, in erster Linie ventilirt werden. Ich bemerke hiezu, dass der Liter gereinigtes Petroleum in München 12 Kreuzer (34.3 Pfennig) kostet, der Liter Lampenöl 28 Kreuzer (80 Pfennig), das Pfund der angewandten Normalkerzen 32 Kreuzer (91 Pfennig) und 1000 engl. Kubikfuss Leuchtgas 4 Gulden (7 Mark).

Tabelle IX.

Nr. des Versuchs	Beleuchtungs-Material	Versuchsdauer	Materialverbrauch in Grammen oder Liter	Lichtstärke in Normalkerzen	Materialverbrauch in 1 Std. bei Lichtstärke v. 6 Kerzen	Materialverbrauch in 24 Std. bei Lichtstärke von 6 Kerzen	Kosten der Beleuchtung in 24 Stunden bei Lichtstärke von 6 Kerzen: Mark	Pfennig
1	Petroleum (Spaltbrenn.) I	1 Std.	36 Grm.	10				
2	„ I	2 „	69.5 „	10	21 Grm.	504 Grm.	—	22
3	„ II	1 „	41.0 „	11.5				
4	„ II	2 „	77.5 „	11.5				
5	Petroleum (Rundbrenn.)	1½ „	56.7 „	7—7.5				
6	„	1 „	43.0 „	8.5	30.8 Grm.	727 Grm.	—	31.7
7	Oellampe I	2 „	42.0 „	3¾				
8	„ II	2 „	45.8 „	4	33.6 Grm.	806 Grm.	—	70.5
9	Leuchtgas	2 „	280 Liter	7.5—8	105 Liter	2520 Liter = 89.05 C.-F.	—	62.3
10	Stearinkerze I	2 „	20.5 Grm.	6				
11	„ „ II	2 „	20.9 „	6	60.5 Grm.	1451 Grm.	2	99

Man erhält also die Lichtmengen von 6 Normalkerzen in 24 Stunden von

	Mark	Pfennig
Petroleum für	—	22—32
Leuchtgas für	—	62.3
Rüböl für	—	70.5
Stearinkerzen für . . .	2	99

Man sieht, dass das Petroleum bei den oben angeführten Preisen das billigste Beleuchtungsmaterial ist. Doch darf nicht vergessen werden, dass die für den Ankauf und die tägliche Besorgung der Lampen, namentlich in grösseren Lokalen, wie Schulzimmer, Fabriksäle etc., nothwendigen Auslagen die Anwendung des Petroleums etwas vertheuern. Diese Umstände, und namentlich die Rücksicht auf viel geringere Feuergefährlichkeit und auf die Bequemlichkeit in der Anwendung lassen uns dem Leuchtgas für öffentliche Lokale den Vorzug vor dem Petroleum geben.

Ich lenke hier die Aufmerksamkeit des Lesers noch auf den Unterschied im Materialkonsum, der, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, zwischen den Petroleumlampen mit Rundbrennern und denjenigen mit Spaltbrennern sich zeigte. — Von Professor v. Pettenkofer darauf aufmerksam gemacht, dass das zuweilen unregelmässige Brennen und Aufflackern der Flamme in Petroleumlampen dadurch beseitigt werden kann, dass man die Oeffnungen des unterhalb der Flamme befindlichen, luftzuführenden Ringes theilweise verstopft, habe ich einige Versuche über den Einfluss der Luftzufuhr zu der Flamme auf deren Lichtstärke angestellt. Hiebei zeigte sich, dass bei der zu diesen Experimenten angewandten Petroleumlampe mit Rundbrenner die Luftzufuhr zu gross war, und dass desshalb ein sehr bedeutender Materialverbrauch ohne entsprechende Erhöhung der Lichtstärke stattfand. Ich beschränkte die Luftzufuhr zur Flamme dadurch, dass ich den den Zutritt der Luft vermittelnden Messingring in verschiedenem Maasse, — bald zur Hälfte, bald zu einem Drittel, bald zu einem Viertheil, — mit Papier verklebte. Unter diesen verschiedenen Bedingungen wurden sodann der Materialverbrauch in der gegebenen Zeit und die Lichtstärke der Flamme kontrolirt. Die Resultate dieser Versuche lassen sich am besten in Form einer Tabelle ausdrücken.

Tabelle X.

Nummer des Versuchs	Beschränkung der Luftzufuhr	Versuchsdauer	Materialkonsum in Grammen	Lichtstärke in Normalkerzen	Materialverbrauch in 1 Std. bei Lichtstärke von 6 Kerzen	Materialverbrauch in 24 Std. bei Lichtstärke von 6 Kerzen	Kosten der Beleuchtung in 24 Stunden bei Lichtstärke von 6 Kerzen Mark	Pfennig
1		1 Std.	43 Grm.	8.5	30.2	725	—	31.5
2	Hälfte des Ringes verklebt . . .	1 „	38.5 „	10.5	21.7	521	—	22.7
3	Zwei Viertheile übers Kreuz verklebt	1 „	38.5 „	10.5	21.7	521	—	22.7
4	Ein Drittel des des Ringes verklebt	$1^1/_2$ „	60.7 „	11	22.1	530	—	23.1

Man sieht, dass bei der Lampe, an welcher die Versuche angestellt wurden, die grösste Lichtstärke bei dem geringsten Materialkonsum erzielt werden konnte, wenn die Luftzufuhr auf die Hälfte beschränkt wurde. Man erhielt in diesem Falle das nämliche Resultat, welches die grossen Petroleumlampen mit Spaltbrennern ohne jegliche Beschränkung der Luftzufuhr gaben (siehe Tabelle IX, Vers. 1—4). Da durch diese so einfache Maassregel die Kosten der Beleuchtung bei der Rundbrennerlampe um ein ganzes Drittel reducirt werden konnten, so scheint es nicht unwichtig, dass von Seite der Lampenfabrikanten diesem Punkte mehr Aufmerksamkeit geschenkt werde. Die Luftzufuhr darf einerseits nicht zu gering sein, weil in diesem Falle die Flamme russt. Diese Beobachtung konnte ich machen, sowie ich drei Viertheile des Ringes mit Papier verklebte; die Flamme selbst bekam eine gelbe Farbe und fing an zu russen, wobei sich ein übler Geruch verbreitete. Aber andrerseits soll man auch nicht die Luftzufuhr zu reichlich machen, weil hiedurch eine Verschwendung von Leuchtmaterial bedingt wird.

Zum Schluss dieser Arbeit will ich noch eine Anzahl von Versuchen mittheilen, welche sich auf die Vertheilung der Kohlen-

säure in geschlossenen, aber der natürlichen Ventilation zugänglichen Räumen beziehen, in denen eine beständig wirkende Kohlensäurequelle existirt. Professor v. Pettenkofer hat schon zu wiederholten Malen darauf aufmerksam gemacht, dass es falsch sei, sich die Kohlensäurevertheilung in bewohnten Räumen so vorzustellen, als ob dieses Gas seiner Schwere gemäss in der leichteren Luft herabsinke und vorzugsweise die tieferen Schichten der Räume einnehme. Er hat im Gegentheile gefunden, dass alle Kohlensäurebestimmungen in bewohnten Räumen nicht nur einen sehr gleichmässigen Gehalt in allen Schichten vom Boden bis zur Decke ergeben, sondern dass sogar an der Decke in der Regel eine Spur des Gases mehr als am Boden gefunden wird. Seine Ansicht von der raschen Vertheilung der Kohlensäure hat v. Pettenkofer in neuerer Zeit durch Beobachtungen an der Marienquelle in Marienbad gestützt,[1]) indem er konstatirte, dass trotz der fortwährenden mächtigen Kohlensäureentwickelung aus der Quelle (das sich aus derselben befreiende Gas enthält nach den Untersuchungen v. Pettenkofer's 70% Kohlensäure) schon etwa 100^{ctm} über dem Wasserspiegel der Kohlensäuregehalt nur noch 2% betrug, und dass 2.5^{m} über der Quelle die angewandte Messmethode kaum noch eine Spur Kohlensäure in der Luft erkennen liess. Einen besseren Beweis für die Möglichkeit ungemein rascher Mischung der Kohlensäure mit der atmosphärischen Luft konnte v. Pettenkofer jedenfalls nicht beibringen, und er ist geneigt, diese rasche Vertheilung des Gases vollständig auf Rechnung der Diffusion zu schieben (loco cit. pag. 249). — Von anderen Seiten dagegen wird darauf aufmerksam gemacht, dass es unzweifelhaft Beobachtungen gibt, welche eine solche rasche Diffusion der Kohlensäure nicht bestätigen, sondern eine Ansammlung des Gases unmittelbar über dem Boden, seiner Schwere gemäss, konstatiren lassen. Die neuesten Beobachtungen dieser Art rühren von Forster[2]) her, welcher die Vertheilung der Kohlensäure in einem Weinkeller während der Gährung des Mostes und ausserdem die Art der Verbreitung des Gases in die über dem Keller liegenden Räume untersucht hat. Er fand beispielsweise am Kellerboden

1) Zeitschrift für Biologie, IX. Bd., pag. 245.
2) Zeitschrift für Biologie, XI. Bd., pag. 392.

18.3 pro mille Kohlensäure, in mittlerer Kellerhöhe 11.99 und unter der Decke des Kellers 7.90 pro mille.

Wie ist nun der Gegensatz zwischen diesen verschiedenen Beobachtungen zu erklären, wie ist es möglich, dass in dem einen Falle die Kohlensäure sich mit so erstaunlicher Geschwindigkeit mit der atmosphärischen Luft mischt, während unter anderen Verhältnissen eine Ansammlung derselben in den tieferen Luftschichten nicht zu läugnen ist?...

Forster (l. c. pag. 403) hat schon darauf aufmerksam gemacht, dass bei seinen soeben erwähnten Versuchen die im Keller gebildete Kohlensäure vorzüglich durch Luftströmungen, die nicht das Kohlensäuregas allein aufwärts bewegen, und die er, im Gegensatze zu den Diffusionsströmungen, mechanische nennt, sich durch das gesammte Haus verbreite. Er deutet damit an, dass die äusseren Bedingungen, welche die Kohlensäureentwickelung begleiten, auch die Art ihrer Verbreitung beeinflussen. In der That liegt der Schlüssel zur Erklärung der oben erwähnten Gegensätze nach meiner Ansicht in der verschiedenartigen Entwickelung der Kohlensäure in den einzelnen Fällen und in der dadurch bedingten Verschiedenheit derjenigen Faktoren, von denen ihre mehr oder weniger rasche Mischung mit der atmosphärischen Luft abhängig ist. Diese Faktoren sind natürlich dieselben, auf deren Thätigkeit überhaupt jede natürliche Ventilation zurückzuführen ist, nämlich 1) die Diffusion der Gase, 2) Temperaturdifferenzen und 3) mechanische Gewalt. — Diesen Kräften gegenüber wirkt die Schwere, welche, wo es sich um Kohlensäure und atmosphärische Luft handelt, die erstere womöglich die tiefsten Schichten des Raumes einnehmen lässt. Je nach der relativen Intensität in der Wirkung dieser 4 Faktoren wird die Vertheilung der Kohlensäure im Raume eine verschiedene sein. Ist die Gasentwicklung keine sehr bedeutende, ohne erhebliche Temperaturerhöhung der umgebenden Luftschichten vor sich gehende, befinden sich die letzteren in relativer Ruhe, so wird die Vertheilung der Kohlensäure im Raume vorzugsweise durch Diffusion geschehen und desshalb eine ziemlich gleichmässige sein, wie dies unter gewöhnlichen Verhältnissen in bewohnten Räumen der Fall ist. Geht,

andrerseits, die Entwicklung des Gases auf dem ganzen Boden eines Raumes unter bedeutendem Druck vor, so müssen die schon vorhandenen Mengen desselben rasch neuen Quantitäten Platz machen; die Kohlensäuremoleküle werden durch das nachdrängende Gas nach allen Seiten auseinandergesprengt und so, nebst neuen Mengen von Kohlensäure, auch der atmosphärischen Luft Zutritt zu den Gasmassen verschafft. Hier ist es also nicht allein die Diffusion, welche die rasche Mischung der Kohlensäure mit der atmosphärischen Luft zu Stande bringt, sondern die Vertheilung des Gases ist, theilweise wenigstens, der mechanischen Gewalt der von unten nachdrängenden Kohlensäure zuzuschreiben. Diesen Fall hatte von Pettenkofer an der Marienquelle in Marienbad vor sich. — Wenn, wie in der Beobachtung Forster's, im Raume eine ziemlich reichliche, auf einen Punkt concentrirte Kohlensäurequelle existirt, ohne dass zugleich sehr bedeutende Temperaturdifferenzen zwischen den verschiedenen Luftschichten des Lokales vorhanden wären, so kann man a priori erwarten, dass die Kohlensäure in grossen Massen nach unten sinken wird, wenn auch unter dem Einflusse der Diffusionsströme und des, auch bei geringeren Temperaturdifferenzen in jedem geschlossenen Raume immer vorhandenen aufsteigenden Luftstromes, beständig gewisse Mengen des Gases in die oberen Schichten des Raumes übergehen. — Wieder anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn die Kohlensäure ihre Entstehung einer Quelle verdankt, die zugleich eine bedeutende Temperaturerhöhung der umgebenden Luftschichten hervorbringt. Es ist aus Beobachtungen in Theatern bekannt, dass in den höheren Galerien mit der Temperatur auch der Kohlensäuregehalt der Luft steigt; dies hängt davon ab, dass die von unten in Folge der Temperaturdifferenz nachdrängende kältere Luft die fortwährend von Menschen und Lichtflammen erzeugte Kohlensäure mit nach oben reisst. Dieselbe Erscheinung zeigte sich auch, wie schon erwähnt, in meinen Beleuchtungsversuchen, indem in der Regel unter der Decke des Versuchsraumes bedeutend mehr Kohlensäure gefunden wurde, als in den mittleren Luftschichten oder über dem Boden.

Man kann die Kohlensäurevertheilung in einem geschlossenen Raume auf verschiedene Weise studiren. Einmal kann man, bei

einer fortwährend wirksamen Kohlensäurequelle, von Zeit zu Zeit kleinere Portionen, z. B. einige Liter der Luft an den verschiedensten Stellen des Raumes zu gleicher Zeit auf ihren Kohlensäuregehalt prüfen. Wenn hiezu die Luft aus verschiedenen horizontalen und vertikalen Schichten genommen wird, so erhält man ein ganz gutes Bild der jeweiligen Vertheilung des Gases im Raume. Zweitens kann man die Kohlensäureentwicklung nur momentan, innerhalb einer kurzen Zeit, vor sich gehen lassen, sodann die Kohlensäurequelle entfernen und nun innerhalb kurzer Zeitabstände, z. B. mit Zwischenräumen von 5 — 10 Minuten, den Kohlensäuregehalt der verschiedenen Luftschichten prüfen. Drittens aber kann man, bei einer dauernden Entwicklung des Gases, aus verschiedenen Stellen des Raumes anhaltend kleinere Luftquantitäten aspiriren und durch Barytwasser streichen lassen, wobei die am Ende des Versuchs gefundene Quantität Kohlensäure sich auf die ganze Versuchsdauer bezieht. — Die erstgenannten beiden Methoden haben, neben ihren unzweifelhaften Vorzügen, den Nachtheil, dass zufällige Luftströmungen das Resultat des Versuchs bedeutend trüben können; ausserdem habe ich mich ihrer nicht bedient, weil mir bekannt war, dass die Herren E. Voit und Forster schon Experimente in dieser Richtung begonnen hatten. Die zuletzt genannte Methode dagegen, — die fortwährende Entnahme der Luft aus den verschiedenen Schichten bei beständiger Kohlensäureentwicklung, — war mir durch meine vorausgegangenen Versuche über die Luftverderbniss bei künstlicher Beleuchtung so nahe gelegt und bildete so sehr einen natürlichen Abschluss derselben, dass ich mich entschloss die schon zu dem eben genannten Zweck benutzten Apparate noch zu einigen Versuchen über die bei der Kohlensäurevertheilung in geschlossenen Räumen wirksamen Faktoren zu verwenden.

Als Kohlensäurequelle diente mir ein ausserhalb des Versuchsraumes aufgestellter Gasometer, der von Zeit zu Zeit mit frisch aus Marmorstücken und Salzsäure dargestellter Kohlensäure gefüllt wurde und seinerseits durch eine Kautschukröhre einen beständigen schwachen Kohlensäurestrom in den Versuchsraum schickte. Die Einströmungsöffnung des Gases in dem letzteren befand sich 125 Ctm. über dem Boden. Die zu untersuchenden Luftproben wurden durch

ausserhalb des Versuchsraumes aufgestellte Flaschenaspiratoren vermittelst langer Gummischläuche aus den verschiedenen Schichten des Raumes aspirirt, wobei die Luft während ihres Durchtretens durch vorgelegte Barytröhren ihren ganzen Kohlensäuregehalt abgeben musste. In weitaus der grössten Anzahl der Versuche wurde die Luft aus 4 senkrecht übereinanderliegenden Schichten entnommen, von denen die erste 20 Ctm., die zweite 110 Ctm., die dritte 200 Ctm., die vierte 290 Ctm. über dem Boden lag. Diesen Zahlen entsprechen die römischen Ziffern in der folgenden Tabelle, sowohl für den Ort der Luftentnahme, als der Temperaturmessung. Nur in den zwei ersten Versuchen der Tabelle fand die Luftentnahme aus 3 Schichten statt, welche sich in einer Höhe von 25, 135 und 270 Ctm. über dem Boden befanden. In dem am Ende der Tabelle verzeichneten Versuch wurden, statt der künstlichen Einleitung der Kohlensäure in das Versuchslokal, zwei Rüböllampen als Kohlensäurequellen benutzt und in derselben Höhe aufgestellt, in welcher sich für die vorausgehenden Versuche die Einströmungsöffnung für die Kohlensäure befand; es war mir nemlich interessant den Unterschied in der Vertheilung des Gases bei dieser Verschiedenheit der Kohlensäurequellen zu studiren. Demselben Wunsch verdankte auch der vorletzte Versuch der Tabelle seinen Ursprung, bei welchem die künstlich eingeleitete Kohlensäure, sowie auch der ganze, die Einströmungsöffnung umgebende Luftkomplex, durch eine etwa 10 Ctm. unterhalb der ersteren brennende Bunsen'sche Lampe auf eine bedeutend erhöhte Temperatur gebracht wurde. Ich erwartete auf diese Weise das nämliche Resultat in der Kohlensäurevertheilung zu erreichen, welches beim Ersatz der künstlich eingeleiteten Kohlensäure durch die Rüböllampen beobachtet worden war. Die diesem Versuch entsprechenden Zahlen der Tabelle beweisen, dass meine Erwartung mich nicht getäuscht hatte.

Tabelle XI.

Versuche über Kohlensäurevertheilung im Raume.

Nr. des Versuchs	Versuchsdauer in Stunden	Temperatur des Versuchsraumes nach Cels. Beginn	Ende	Kohlensäuremenge in verschiedenen Schichten des Raumes (Cubik-Centimeter im Liter)				Besondere Bemerkungen
				I (25 ctm.)	II (135ctm.)	III (270ctm.)		
I	6	II 12 III 14	14 14	1.214	0.806	0.944		Aussenlokal ungeheizt.
II	6	I 12 II 16.5 III 17	13 21 23	2.177	1.312	1.265		Aussenlokal geheizt.
				I (20ctm.)	II (110ctm.)	III (200ctm.)	IV (290ctm.)	
III	2½	I 11 II 12 III 13 IV 14	11 12 13 13.5	3.342	2.270	1.719	1.770	Aussen nicht geheizt; Trübung beginnt in Barytröhre 1 und erscheint in den die Luft aus höheren Schichten aufnehmenden Röhren in aufsteigender Reihenfolge.
IV	2	I 11 II 12 III 12.5 IV 13	11 12 12.5 13	3.837	2.591	2.031	1.904	Aussen nicht geheizt: Trübung zeigt sich in derselben Reihenfolge wie im vorigen Versuch.
V	2	I 15 II 20 III 23 IV 23	15 20.5 22.5 22.5	3.051	2.658	2.097	1.872	Aussen geheizt.
VI	1	I 16 II 22.5 III 25 IV 25	16 22.5 24.5 25	4.036	3.867	2.594	2.3[illegible]2	Aussen geheizt.
VII	4	I 13 II 14.5 III 14.5 IV 15	13 14.5 14.5 15	3.321	1.694	1.510	1.388	Aussen ungeheizt.
VIII	1	I 11.5 II 12 III 12.5 IV 13		5.107	2.811	1.893	1.663	Aussen ungeheizt; die CO_2 zeigt sich in der I. Röhre nach 3 Min. II. " " 4 " III. " " 6 " IV. " " 8—10 "
IX	1	I 11.5 II 12.5 III 12.5 IV 13.5		0.653	0.592	0.576	0.592	Dieser Versuch folgt auf den vorigen nach einer Pause von 1 Stunde, ohne neue CO_2-Einleitung.
X	2	I 14 II 19.5 III 22 IV 22	15 22 24 24	5.244	2.434	1.515	1.444	Aussen geheizt; CO_2 vor dem Einleiten auf 35° erwärmt. Trübung zuerst in Röhre II, dann in I und zuletzt in III und IV.
XI	2	I 16 II 23.5 III 26 IV 27	16 24.5 31 32	0.832	1.650	4.286	3.869	CO_2 durch eine Bunsen'sche Flamme erwärmt, die 10 Ctm. unterhalb der Ausflussöffnung brennt. Trübung zuerst in II, III und IV, zuletzt in I.
XII	4	I 10.5 II 11.5 III 12.5 IV 12.5	14 23.5 27.5 31	0.959	2.194	3.750	3.444	Aussen geheizt; keine künstliche CO_2-Einleitung: als CO_2-Quellen dienen zwei Rüböllampen.

Man sieht aus dieser Tabelle, dass die Kohlensäure sich in einem geschlossenen aber der natürlichen Ventilation zugänglichen Raume sehr ungleichmässig vertheilt, wenn sie in einem konstanten Strome und bei gewöhnlichen Temperaturverhältnissen in das Lokal eingeführt wird. Der Schwere entsprechend sinkt der grösste Theil des Gases nach unten, so dass die tiefsten Schichten relativ am meisten Kohlensäure enthalten, während die Menge desselben nach oben ziemlich rasch abnimmt. Schon in der Höhe von etwas mehr als einem Meter findet sich in der Luft nur noch die Hälfte oder höchstens zwei Dritttheile von derjenigen Kohlensäuremenge, welche in den untersten Luftschichten enthalten ist, und unter der Decke findet man zuweilen nur noch ein Drittel dieser Quantität oder sogar noch weniger.[1]) Diese Ungleichmässigkeiten in der Vertheilung des eingeführten Gases können, wie z. B. Versuch I, II, VII etc. zeigen, auch durch lange Dauer des Experimentes nicht ausgeglichen werden. Bei geheiztem Raume scheinen sie, wie Versuch V und VI zeigen, etwas geringer zu sein als wenn nicht geheizt ist, — vermuthlich weil im ersteren Fall mit dem stärkern aufsteigenden Luftstrom auch eine grössere Menge von Kohlensäure mechanisch nach oben gerissen wird. Doch zeigt z. B. Versuch X, in welchem trotz der Heizung die Differenzen im Kohlensäuregehalt der untersten und obersten Luftschichten sehr bedeutend waren, dass eine solche Ausgleichung durch den aufsteigenden Luftstrom nicht immer stattfindet. — Wenn in einzelnen Fällen die obersten Luftschichten etwas mehr Kohlensäure enthielten als die zunächst darunter liegenden (Versuch I, III, IX), während in den Temperaturverhältnissen des Raumes keine genügende Erklärung hiefür gefunden werden konnte, so ist diese Thatsache nach meiner Ansicht dem möglicherweise von Zeit zu Zeit etwas unregelmässigen Gang der Aspiratoren zuzuschreiben, der nicht immer vollständig vermieden werden konnte.

---

1) Es sind dies ganz dieselben Resultate, wie sie Forster in seinen oben erwähnten Beobachtungen erhielt. In der That waren auch die Bedingungen des Versuchs in beiden Fällen im Wesentlichen dieselben, — nur hatte Forster eine natürliche Kohlensäurequelle, den gährenden Most, zur Verfügung, während mir eine künstliche Art der Einleitung des Gases in den Versuchsraum dienen musste.

— Wie ungleich übrigens auch die Vertheilung der Kohlensäure sein mag so lange die Einleitung des Gases stattfindet, so gleicht sich doch der Gehalt derselben in den verschiedenen Luftschichten sehr rasch aus, nachdem ihre Entwicklung aufgehört hat, wie aus Versuch IX ersichtlich ist.

Ganz anders und geradezu umgekehrt als in den soeben besprochenen Fällen, gestaltet sich die Kohlensäurevertheilung dann, wenn das entwickelte Gas selbst eine hohe Temperatur besitzt und ausserdem die Temperatur der höheren Luftschichten des Versuchsraumes künstlich gesteigert wird. In diesem Fall findet sich weitaus der grösste Theil der Kohlensäure in den oberen Luftschichten, und nur ein Viertheil des Gases oder noch weniger ist in den unteren Schichten enthalten. Wie Versuch X zeigt, genügt es zur Erreichung dieses Resultates nicht, die Kohlensäure vor ihrem Einströmen in das Versuchslokal auf eine Temperatur von 35 — 36° zu bringen; eine solche Kohlensäure sinkt ebensogut grösstentheils nach unten als wenn sie gar nicht künstlich erwärmt worden wäre. — Anders dagegen ist es, wenn man unterhalb der Einströmungsöffnung des Gases einen Bunsen'schen Brenner anzündet und auf diese Weise nicht nur die Kohlensäure selbst bedeutend erwärmt, sondern auch die Temperatur der oberen Luftschichten um ein Erhebliches steigert (siehe Versuch XI). Dasselbe Resultat wird erzielt, wenn man die Kohlensäure durch Brennen von Leuchtstoffen entwickelt (Versuch XII). Diese beiden letzten Versuche haben noch das Gemeinschaftliche, dass die grössten Mengen der Kohlensäure sich nicht in den alleroberstenLuftschichten fanden, sondern in einer Höhe von 2 Meter. Offenbar genügte die zwischen der Luft in dieser Höhe und den alleroberstenLuftschichten bestehende Temperaturdifferenz nicht mehr, um die Kraft der Schwere erfolgreich und dauernd zu überwinden; mit andern Worten — der Auftrieb des Gases war in der Höhe von 2 Meter stärker als in derjenigen von 3 Meter.

Die Art der Vertheilung der Kohlensäure im Raume unmittelbar nach Beginn der Einleitung des Gases ergibt sich aus den Beobachtungen über die Zeit des Erscheinens der Trübung in den verschiedenen Barytröhren. Man sieht, dass in denjenigen Versuchen,

bei denen die Kohlensäure vorzugsweise in den untersten Luftschichten sich ansammelte, auch die Trübung des Barytwassers zuerst in denjenigen Röhren auftrat, welche zum Auffangen der den untersten Schichten entnommenen Luft bestimmt waren. Offenbar sank also die Kohlensäure unmittelbar nach ihrem Einströmen in den Raum, der Schwere gemäss, nach unten und stieg erst allmälig, unter dem Einfluss der Diffusionskraft und besonders der durch zufällige Temperaturdifferenzen verursachten Luftströmungen, nach oben bis zu denjenigen Höhen, deren Luft durch die Röhren III und IV aspirirt wurde. — Die Erwärmung der eingeleiteten Kohlensäure auf Körpertemperatur hatte zur Folge, dass das Gas nicht so rasch wie sonst nach unten sank, sondern sich zunächst mehr in einer mittleren Höhe des Raumes verbreitete; da es sich jedoch rasch abkühlen konnte, und die Temperatur von 35° überhaupt nicht genügte, ihm einen erheblichen Auftrieb zu geben, so erreichte es die untersten Luftschichten doch früher als die an der Decke gelegenen. Das Gegentheil fand bei starker Erhitzung der eingeleiteten Kohlensäure statt, wobei, wie schon bemerkt, der grösste Theil derselben sich in den obersten Luftschichten befand; in diesem Falle war der Auftrieb der Kohlensäure von Anfang an gross genug, um die Kraft der Schwere zu überwinden und das Gas den obersten Schichten zuzuführen, wesshalb auch die Trübung des Barytwassers in diesem Falle sich zuerst in der die Luft aus den höchsten Punkten des Versuchsraumes aufnehmenden Röhre zeigte. Allmälig, natürlich, erkaltet die Kohlensäure bis zu einem gewissen Grade und sinkt theilweise nach unten. Auch in diesem Falle, natürlich, trägt die Diffusion zur gleichmässigeren Vertheilung des Gases bei, obgleich, wie schon oben erwähnt, ihre Wirkung bei fortwährender Entwicklung der Kohlensäure in grossen Mengen nicht scharf hervortritt, da meist andere, stärkere Faktoren ihren Einfluss auf die Luftmischung verdecken.

Alle diese verschiedenen, der Reihe nach im gegenwärtigen Aufsatz beschriebenen Versuche über die Luftverunreinigung durch die Beleuchtungsmaterialien, über die Construction der Lampen, die Kohlensäurevertheilung im Raume, — sie bilden, ich gestehe es, nicht ein organisches Ganze; aber dennoch gehören sie bis zu

einem gewissen Grade zusammen, und sie reihten sich während der Beschäftigung im Laboratorium selbst, so natürlich aneinander an, dass ich mich für berechtigt hielt, sie auch in der Ausführung vereint dem Leser vorzulegen. Ich weiss wohl, dass die von mir angewandten Methoden manches Unvollkommene an sich haben; ich verhehle mir nicht, dass eine noch grössere Anzahl von Versuchen von überzeugenderer Wirkung gewesen wäre; — aber doch ist durch meine Versuche wenigstens der Anfang zur Lösung einer Frage gemacht, die bisher, soviel mir bekannt, experimentell nicht bearbeitet worden ist, und die Versuche geben, wenn auch keine ganz genaue, so doch immerhin eine annähernd richtige quantitative Vorstellung von der Luftverderbniss durch die verschiedenen Beleuchtungsmaterialien. Möchten doch bald Andere, die mehr chemische Erfahrung besitzen als ich, sich damit beschäftigen, die Frage auch nach der qualitativen Seite hin gründlicher zu bearbeiten als dies jetzt geschehen ist!

Die Cholera in Württemberg.

Von

Dr. Burkart

in Stuttgart.

(Nach dem Untersuchungsplane der deutschen Cholera-Commission.)

„Die Cholera in Württemberg“: Diese Worte klingen ganz eigenthümlich für Diejenigen, welche sich Musse genommen haben, die allmälig zur Unüberwindlichkeit anwachsende Cholera-Literatur der neueren Tage auch nur theilweise zu überwältigen. In einer Reihe der zahllosen Choleraberichte finden wir die fast vollständige Immunität unserer schwäbischen Heimat, besonders unserer Hauptstadt Stuttgart, so zu sagen als Unicum erwähnt. Dieser Glaube hat sich in der einschlägigen Fachliteratur so eingebürgert und so tiefe Wurzeln gefasst, dass es sich schon der Mühe lohnt, einmal auch die Thatsachen, welche als Motive zu diesem Glaubenssatze gedient haben, näher zu betrachten. Wir wollen zugleich die in der Denkschrift der deutschen Cholerakommission angegebenen Untersuchungsmethoden auf die bis jetzt in Württemberg aufgetretenen Cholera-Epidemien, soweit dies aus den einzelnen Berichten möglich ist, in Anwendung bringen und wollen uns damit begnügen, wenigstens die feststehenden Thatsachen mit Ausschliessung alles Unsicheren, Zweifelhaften und Hypothetischen herauszunehmen.

Die Cholera hat den württembergischen Boden bis zum Jahre 1849 verschont. Alle hierauf bezüglichen Literaturstudien haben zu dem Resultate geführt, dass vor diesem Jahre wenigstens keine Cholera-Epidemien in Württemberg beobachtet wurden. Aber auch die im Jahre 1849 aufgetretenen grösseren und kleineren Epidemien

wurden vielfach misskannt, so dass die aus dieser Zeit stammenden Berichte zum Theil sehr lückenhaft, zum Theil für eine statistische und topographische Untersuchung geradezu unbrauchbar sind. Dem Principe gemäss, nur das völlig Zweifellose für die Statistik und die daraus abzuleitenden Deductionen zu verwenden, möchte ich mich mit einer mehr kursorischen Behandlung dieses ersten württembergischen Cholerajahres begnügen; das Folgende möge daher mehr als Beitrag zur historischen Vervollständigung dienen.

Die ersten Cholerafälle wurden in Sindeldorf O.-A. Künzelsau beobachtet und zwar am 13. Juni 1849. Im weiteren Verlaufe dieses Monats kam es in diesem Orte zu einer eigentlich epidemischen Ausbreitung der Krankheit. Erst mit Ende Juli erlosch die Epidemie, welche im Ganzen aus 20 Erkrankungen mit 10 Todesfällen bestand. Der Ort liegt in einem Seitenthale der Jaxt und zählte damals 400 Einwohner. Ende Juli trat die Cholera in Morlach (eine halbe Stunde von Sindeldorf, 514 Einwohner) auf. Im Ganzen erkrankten hier 6, wovon 4 starben. Vom 1. August an trat kein neuer Fall mehr auf.

Nachdem die Cholera hiemit das Jaxtthal verlassen hatte, tauchte sie plötzlich in einer anderen Gegend des Landes, in dem Flussthale der Enz, auf. In Vaihingen erkrankten vom 1. August bis 17. September 68 Personen, von welchen 21 starben. In anderen Orten des Oberamtsbezirkes Vaihingen kamen ebenfalls einzelne Cholerafälle vor, so in Ensingen im September 5 Fälle (kein Todesfall), in Weissach 1 Fall, in Oberriexingen a./E. (1150 Einwohner) von Mitte August bis Mitte September 9 Erkrankungen und 6 Todesfälle. Am meisten verbreitete sich die Krankheit in der dortigen Mühle. In Güglingen (im benachbarten Oberamtsbezirke Brakenheim) trat die Cholera ebenfalls im August auf und brachte 16 Erkrankungen und 4 Todesfälle.

Schon mit Anfang September hatte die kleine Epidemie ihr Ende erreicht. Der Ort war kurz vorher theilweise abgebrannt, die neuerbauten Wohnungen wurden die Herde der Krankheit.

In Finsterroth O.-A. Weinsberg erkrankte in einem einsam gelegenen Hause ein Mann, welcher in Vaihingen Lumpen geholt und in Heilbronn an die dortige Papierfabrik abgeliefert hatte. Ausser-

dem erkrankte seine Frau und die Magd. Mann und Frau starben, die Kinder wurden nach dem 3 Stunden entfernten Weiler Jettenbach bei Beilstein O.-A. Marbach gebracht und erkrankten hier am folgenden Tage; beide starben. Weitere Verbreitung fand weder in Finsterroth noch in Jettenbach statt. Weitere, vollständig isolirte Fälle wurden während des Septembers in Murr bei Marbach, in Ludwigsburg, in Köngen und Nellingen (O.-A. Esslingen) beobachtet, ferner in Spaichingen und dem benachbarten Hofen.

In Heilbronn kam am 14. Oktober eine cholerakranke Frau von Mannheim an, ohne dass es jedoch zu einer weiteren Verbreitung der Krankheit kam.

Soweit die Berichte ein Urtheil gestatten, scheint das weibliche Geschlecht wenigstens mit Rücksicht auf die Morbilität bevorzugt gewesen zu sein. Das kräftige Mannes- und Frauenalter wurde verhältnissmässig wenig getroffen, auch unter den Kindern war die Morbilität eine nicht bedeutende, um so grösser war aber die relative Sterblichkeitsziffer.

Aeltere Leute waren in Bezug auf Morbilität und Mortalität in gleicher Weise bevorzugt.

Die Krankheit befiel fast ausschliesslich nur die armen, in ungünstigen Verhältnissen lebenden Volksklassen. Von Einschleppungen der Cholera ist nur in wenigen Fällen berichtet. Die befallenen Orte liegen meistens abseits von den grösseren Verkehrswegen. In den Monaten August und September wurden fast in sämmtlichen Gegenden Württembergs auffallend viele Magen- und Darmkatarrhe, leichte und schwerere Brechdurchfälle beobachtet. Auch von den inficirten Orten wird berichtet, dass schon Wochen vor Ausbruch der Krankheit häufige Brechdurchfälle aufgetreten seien, ebenso sei diess in vielen anderen Orten des Bezirkes vor und während der Epidemie der Fall gewesen, ohne dass es dort zum Ausbruch der asiatischen Cholera gekommen sei. Auf die atmosphärischen Verhältnisse dieser Zeit sowie auf die tellurischen Zustände der inficirten Orte wird noch später Rücksicht genommen werden.

Eine genauere und sichere statistische Behandlung gestattet das zweite Epidemiejahr

das Jahr 1854.

Wir wollen die einzelnen Orte, in welchen die Krankheit isolirt und epidemisch aufgetreten ist, der Reihe nach anführen, also:

I. Feststellung des Vorkommens von Cholerafällen nach Ort und Zeit.

1. Stuttgart, 17. August 1854. Ein Fall aus Augsburg eingeschleppt (Stand: Arzt †). Ein weiterer Fall wurde am 18. von München eingeschleppt (Stand: Wundarzt †). In diesen beiden Fällen blieb die Krankheit vollständig isolirt. Dagegen kam am 26. August ein Kaufmann aus München nach Stuttgart, welcher mit einer einfachen Choleradiarrhöe behaftet war. In der Familie, bei welcher er wohnte, kamen 3 Cholerafälle vor, von denen einer tödtlich endete. Befallen wurde die Köchin, welche mit dem Kranken niemals zusammenkam, sondern in dessen Abwesenheit seine Bettwäsche abzog. Ferner erkrankte das in dem anstossenden Nebenzimmer untergebrachte Kind und zu gleicher Zeit dessen Wärterin. Sonst kam weder in dem stark bewohnten Hause noch in der übrigen Stadt, welche damals 50,000 Seelen zählte, ein weiterer Fall vor. Dagegen wurde in dem eine halbe Stunde von Stuttgart entfernt gelegenen Weiler Heslach ein Fall mit tödtlichem Ausgang beobachtet und zwar bei einem 40jährigen Manne, welcher gar nicht nach Stuttgart gekommen war, dessen Frau aber den Tag zuvor in dem inficirten Hause Wartdienste versehen hatte. Der Mann starb nach 36 Stunden, die Frau blieb vollständig gesund, der Sohn bekam einen einfachen Choleradurchfall. Weder im Hause, trotzdem dasselbe noch von andern Familien in ziemlich dichter Weise bewohnt wurde, noch in dem übrigen Heslach kam es zu einer Weiterverbreitung.

2. Gmünd, 14. August. Von München ein Fall eingeschleppt (Stand: Kaufmann †). Ein zweiter Fall am 1. September von Nürnberg her (Beamter †). Beide Fälle blieben vollständig isolirt.

3. Ludwigsburg. Am 18. August kam ein Conditor von München nach Ludwigsburg als cholerakrank und starb daselbst. Auch hier kein weiterer Fall.

4. Vaihingen a./E. In's obere Ort kam am 28. August von Augsburg her ein cholerakranker Bäckergeselle und starb.

5. Oberkirchberg O.-A. Laupheim. Aus einem benachbarten bayerischen Orte wurde die Cholera durch eine Frau eingeschleppt. Die Frau starb. In beiden letzteren Orten blieb die Krankheit isolirt.

6. Oberdorf O.-A. Neresheim. Vom 14. August bis 1. September 21 Choleraerkrankungen, darunter 10 Todesfälle. Unter den Erkrankten waren 10 Kinder von 1/2 bis 7 Jahren (4 männliche, 6 weibliche). Von diesen starben 5 (2 männl., 3 weibl.). Vom 7.—20. Lebensjahre erkrankten 2 (1 männl., 1 weibl.), darunter starb eines (weibl.). Vom 20.—40. Jahre erkrankten 2 (1 männl., 1 weibl.); beide starben. Von 40—60 erkrankten 6 Frauen, davon starben 2. Ausserdem erkrankte und starb eine 72 Jahre alte Frau. Die Krankheit befiel also vorzugsweise Kinder unter 7 Jahren, sodann Leute von höherem Lebensalter, während das kräftige Mannes- und Frauenalter wenig ergriffen wurde. Unter den Erkrankten waren zwei Eheleute, welche schon vorher in Folge von Hunger und Elend in einem beinahe kachektischen Zustande sich befanden. Von ihren Kindern erkrankten sämmtliche 6; davon starben 4, ebenso die zur Pflege der erkrankten Familie beorderte Wärterin. Die ganze zahlreiche Familie lag in einer engen dumpfen Stube zusammen ohne Bett, auf dem Fussboden in faulige Lumpen gehüllt. Von 21 Erkrankungen trafen 15 auf das weibliche Geschlecht, also über 71 %.

Von den Todesfällen fielen 70 % auf das weibliche Geschlecht. Die Gesammtmortalität beträgt ungefähr 48 %. Von den 10 Gestorbenen starben 6 innerhalb der ersten 14 Stunden vom Beginne der Krankheit an, bei den übrigen 4 trat der Tod nach 3—8 Tagen ein. Von den 21 Erkrankungen kamen 9 in einem Hause und in einer Familie vor, darunter 7 Todte; in einem weiteren Hause 5 Kranke und 2 Todte, in zwei Häusern je zwei Kranke und kein Todesfall, die übrigen Fälle vertheilen sich auf einzelne Häuser.

7. Baldern O.-A. Neresheim. Vom 6.—15. September 7 Erkrankungen mit 5 Todesfällen, darunter ein 2 1/2 Jahre altes Kind (weibl.). Ein Erkrankter war 35 Jahre alt, von den übrigen Erkrankungen fielen 3 (1 männl., 2 weibl.) auf das Alter von 40—60, 2 auf 60—70 (1 männl., 1 weibl.). Unter den Gestorbenen waren

3 weibl. Geschlechtes; unter den Gestorbenen des männlichen Geschlechtes ist ein 68 Jahre alter Mann (Lumpensammler) und sein 35 Jahre alter Sohn. Auch hier fallen mehr Erkrankungen auf das weibliche Geschlecht. Die Gesammtsterblichkeit beträgt 71%. Beim weiblichen Geschlecht beträgt die Procentzahl der Sterblichkeit 60. Sämmtliche fünf Todesfälle traten innerhalb 20 Stunden von Anfang der Krankheit an gerechnet ein. 3 Erkrankungen trafen ein und dieselbe Familie, 2 kamen in einem Hause vor, die übrigen vertheilen sich auf einzelne Häuser.

8. Hellmannshofen O.-A. Crailsheim. Vom 2.—12. Septbr. 5 Erkrankungen und 4 Todesfälle. Ergriffen wurde ein 8jähriger Knabe, ein 4jähriges Mädchen, ein 23jähriger schwächlicher Kretin des Armenhauses, 2 Männer zwischen 40 und 60 Jahren. Ausser dem 8jährigen Knaben starben sämmtliche. Unter den Befallenen ist nur ein Individuum weiblichen Geschlechtes. Die Gesammtsterblichkeit beträgt 80%. 3 Todesfälle erfolgten in den ersten 24 Stunden, einer am 5. Tage. Sämmtliche Erkrankungen kamen im Armenhause vor, die übrigen 12 Bewohner desselben blieben verschont.

9. Gundelfingen a. d. Lauter. Eine 37jährige Frau erkrankte am 2. September an Cholera und starb nach 16 Stunden. Keine weiteren Erkrankungen.

10. Anhausen a. d. Lauter. Mitte September 2 Cholera-Erkrankungen und 2 Todesfälle. Ein junger Mann schleppte die Krankheit ein, ausser seinem Vater erkrankte Niemand.

11. Unterwilsingen a. d. Lauter. Am 23. Sept. erkrankte eine 44jährige Frau, Tags darauf ihr 6jähr. Sohn; letzterer starb am 28.

12. Lauterach a. d. Lauter. Ein von Anhausen eingeschleppter Fall gegen Ende September. (48 Jahre alter Bauer †.)

13. Zwiefalten. Vom 17. Sept. bis 10. Oktober erkrankten im Ort selbst (ohne die Irrenanstalt) 42 Bewohner (19 männlichen, 23 weiblichen Geschlechtes). Gestorben sind 14 (7 männl., 7 weibl. Geschlechtes). Die Gesammtmortalität beträgt ungefähr 34%. Bei diesem Zahlenverhältnisse ist zu beachten, dass auch die leichten Fälle mitgezählt wurden.

Scheiden wir letztere aus, so bekommen wir ähnliche Procentsätze wie in den übrigen Orten. Schwer erkrankt waren 21 (9 männl., 12 weibl. Geschlechtes). Letzteres participirt also mit 57 %. Die Mortalität unter den schwer Erkrankten beträgt 66.5 %.

14. Filialorte von Zwiefalten. Leichtere Fälle wurden in Attenhöfen, Bühlhof und Sonderbuch beobachtet; sie betrafen fast ausschliesslich das weibliche Geschlecht, ebenso die 6 schweren Fälle in Bach, Gossenzugen und Gauingen, von denen 4 (weibl.) starben; in den Alporten waren nur leichte Brechruhrfälle, in den Ortschaften des Aachthales dagegen neben zahlreichen Brechruhrfällen auch schwere Cholerafälle.

15. Dettingen O.-A. Kirchheim. Hier erkrankte eine 47 Jahre alte Frau, welche zuvor ihre Tochter in der Pflegeanstalt Zwiefalten besucht hatte (die Tochter hatte eine Cholerine gehabt, war aber beim Besuche der Mutter schon wieder gesund). Die Mutter kam am 26. und 28. Septbr. in die Anstalt, jedoch ohne ein Cholerazimmer zu betreten oder mit einem Cholerakranken zusammen zu treffen. Schon am 28. Abends fühlte sie sich unwohl, in Dettingen angekommen, wurde sie asphyktisch und starb am 1. Oktober. Weitere Fälle traten in Dettingen nicht auf.

16. Zwiefaltendorf. Vom 22. Septbr. bis 1. Nov. 17 Erkrankungen, darunter 4 kleine Kinder (2 Geschwisterpaare von 1/2 bis 2 1/2 Jahren), deren Geschlecht nicht angegeben ist; von ihnen starben 3. Es bleiben noch 13 Erwachsene (4 männl., 9 weibl.). Darunter starben 8 (7 weibl.). Letztere 7 hatten ein Alter von 17, 39, 50, 56, 66, 74 und 84 Jahren; der 8. Todesfall betraf einen 36jährigen Mann. Die Erkrankungen waren in ungefähr 9—10 Häusern verbreitet.

17. Datthausen O.A. Riedlingen. Vom 25. Oktober bis 11. November mit 4 Erkrankungen (sämmtl. weibl.) und 2 Todesfällen. Eine in Zwiefaltendorf an Cholera erkrankte Frau kam nach Datthausen und starb (59 Jahre alt) nach 24stündigem Kranksein. Am 5. November erkrankte ihre 34jährige Magd und genas. Am 9. erkrankte die Schwester der Magd in demselben Hause. Beide wurden in das Armenhaus gebracht, ohne dass dort weitere Erkrankungen auftraten. Die 29 Jahre alte Schwester der Magd starb am 6. Tage.

Ausserdem erkrankte eine 40 Jahre alte Frau, welche die erste Kranke in ihrem Hause verpflegt hatte. Sie genas.

18. Munderkingen, zwei Stunden unter Zwiefaltendorf. Vom 30. Septbr. bis Mitte November eine Reihe von Cholerafällen in verschiedenen Häusern. Das weibliche Geschlecht wurde vorzugsweise betroffen. Einzelne Notizen über das Alter und Geschlecht der Erkrankten und Gestorbenen fehlen.

19. Riedlingen, 3 Stunden über Munderkingen, wie letzteres an der Donau gelegen. Ein Fall von Munderkingen her eingeschleppt; der 54 Jahre alte Mann wurde in dem Bürgerhospitale zu Riedlingen untergebracht, ohne dass weder dort noch in der Stadt weitere Erkrankungen vorkamen.

20. Ersingen a. d. Donau unterhalb Munderkingen. Ein von Zwiefalten kommender 75 Jahre alter Vagabund kommt cholerakrank nach Ersingen und wird im dortigen 100 Schritte vom Dorfe entfernten Armenhause untergebracht, welches damals 15 Bewohner darunter 7 Kinder in dürftigen Verhältnissen lebend enthielt. Obgleich der Kranke am andern Tage nach Walpertshofen O.-A. Laupheim gebracht wurde, entwickelte sich doch 8 Tage hernach (14. Oktober) im Armenhause eine Hausepidemie. Im Ganzen wurden 4 Frauen ergriffen (davon starben 2) und 1 Mann, welcher nach 24 Stunden starb. Die übrigen Bewohner des Armenhauses erkrankten zum grösseren Theile, insbesondere auch die Kinder, an mehr oder weniger schweren Cholerine-Anfällen. Vom 26. Oktbr. ab wurde keine neue Erkrankung mehr beobachtet. In Walpertshofen kam der Vagabund als Leiche an. Weitere Erkrankungen kamen hier nicht vor.

21. Cannstatt am Nekar, 1 Stunde von Stuttgart. Vom 10.—29. Oktober 19 Erkrankungen, darunter 8 männliche und 11 weibliche. Es starben im Ganzen 11 Personen, also ungefähr 68 %, darunter 6 weiblichen Geschlechtes (54 % der Gesammtmortalität). Unter den Erkrankten waren ferner 4 Kinder, von denen eines starb. Die Erkrankungen vertheilten sich auf 8 Häuser; in einem Hause erkrankten ziemlich rasch nacheinander 8 Personen, einschliesslich der Wärterin, von denen 6 starben.

22. Ulm a. d. Donau. Vom 25. August bis 21. Novbr. 32 Erkrankungen (12 männl., 20 weibl.); es starben 27 (11 männl., 16 weibl.). Die Gesammtmortalität beträgt nahezu 85 %. Unter den Erkrankungen ist das weibliche Geschlecht mit nahezu 64 %, unter den Todesfällen mit beinahe 60 % vertreten. Die Erkrankungen vertheilen sich auf 14 Wohngebäude, darunter 9, in welchen je nur 1 Fall und 5, in welchen mehrere Fälle vorkamen. Zu letzteren gehört das Spital mit 12, das Criminalgefängniss mit 4, das Kreisgefängniss mit 3 Erkrankungen. Es waren meistens alte gebrechliche und sonstige, in dürftigen Verhältnissen lebende Personen.

23. Mergelstetten O.-A. Heidenheim. Eine 65 Jahre alte Frau, welche in Ulm ein Cholerahaus besucht hatte, kam cholerakrank nach Mergelstetten; sie starb am folgenden Tage. Weitere Erkrankungen traten nicht auf.

Damit schliesst die Reihe der im Jahre 1854 ergriffenen Orte ab. Fassen wir nun die aus dem Angegebenen resultirenden allgemeinen Thatsachen zusammen, so können wir folgende Sätze aufstellen: [1])

1. In einer Reihe von Orten blieb die Cholera gänzlich isolirt oder es traten höchstens ein paar Erkrankungsfälle auf. Diese Orte sind z. B. Stuttgart, damals mit 50,000 Einwohner [2]), Heslach bei Stuttgart mit 1681 Einwohner, Gmünd mit 7344, Ludwigsburg mit 11,079, Vaihingen a./E. mit 3472, Oberkirchberg mit 761, Gundelfingen a. d. Lauter 289, Unterwilsingen 72, Lauterach mit 264, Attenhöfen mit 36, Sonderbuch mit 220, Dettingen mit 1937, Riedlingen 1976, Mergelstetten 1049, Datthausen mit 78 Einwohnern.

1) Bezüglich der Feststellung des Vorkommens von Cholerafällen nach Ort und Zeit lassen sich nach dem oben Angegebenen so ziemlich alle Fragen, welche die deutsche Cholera-Commission in dieser Richtung stellt, mit annähernder Vollständigkeit beantworten. Keinen Aufschluss gibt uns dagegen das vorhandene Quellen-Material über die Stockwerke, in welchen die Erkrankungen vorkamen. — Auch unsere Stuttgarter Todtenscheine verlangen keine Angabe derselben; im Interesse der statistischen Vollständigkeit wäre es zu wünschen, dass die Scheine in dieser Beziehung ergänzt würden.

2) Die Einwohnerzahl der folgenden Ortschaften ist das Ergebniss der Volkszählung (ortsanwesende Bevölkerung) vom 3. Dezember 1852 (vom kgl. topographischen statistischen Bureau hier).

Grössere Verbreitung fand dagegen die Cholera in Oberdorf mit 1350 Einwohnern, in Baldern mit 600, in Zwiefalten mit 365, in Zwiefaltendorf mit 368, in Bach mit 392, in Gossenzugen mit 145, in Gauingen mit 183, in Munderkingen mit 1958, in Ersingen mit 381, in Cannstatt mit 5367, in Ulm mit 21,500 Einwohnern.

Die Cholera hat sich also ohne Rücksicht der Einwohnerzahl bald in grösseren bald in kleineren Gemeinden epidemisch verbreitet. In grösseren Städten wie Stuttgart, Ludwigsburg u. s. w. wurde sie verschiedene Male eingeschleppt, blieb aber stets auf den ursprünglichen Herd beschränkt, während sie in Orten von kaum 100 Einwohnern mit Schnelligkeit um sich griff.

2. Die Cholera brach in der Mitte August aus, ihren Höhepunkt erreichte sie im September; im Oktober beginnt die Abnahme; am 21. Novbr. wird der letzte Fall der Epidemie beobachtet.

3. Unter den 254 an Cholera erkrankten Personen starben durchschnittlich 50 %. Von den Erkrankungen trafen 60 % das weibliche Geschlecht. Von den cholerakranken Männern starben 49 %; von den Weibern 51 %.

4. Bezüglich des Alters der Kranken und Gestorbenen ist Folgendes festzustellen: Von den 254 Erkrankungen trafen die wenigsten das Alter von 14—40 Jahren, etwas mehr betroffen wurden Kinder unter 14 Jahren, am meisten befallen wurden die Altersklassen von 40—70 Jahren. Bei den Kindern unter 14 Jahren war die Sterblichkeit um so grösser, je mehr sie sich dem ersten Lebensjahre näherten; bei den Erwachsenen dagegen nahm die Mortalität ziemlich proportional zu mit dem Alter der Erkrankten.

5. Die Cholera verbreitete sich besonders in solchen Häusern, in welchen viele Menschen in engen und schlecht ventilirten Räumen zusammen wohnten, also insbesondere in Armenhäusern, Gefängnissen und Spitälern für alte Leute. Dagegen blieb die Krankheit in einigen Orten, z. B. in Riedlingen isolirt, trotzdem sie in das dortige Armenhaus eingeschleppt wurde. Unter den Ergriffenen waren es zum grösseren Theile Leute von einer schon vorher geschwächten Constitution, sei es in Folge von Krankheit und hohem Alter, oder in Folge von Armuth und Noth. Da die meisten Cholerafälle in

ackerbautreibenden Ortschaften vorkamen, so fallen auch die meisten derselben bezüglich der Beschäftigungsweise auf Bauern und Taglöhner. In Städten dagegen wie Cannstatt und Ulm wurden vorzugsweise Fabrikarbeiter von der Cholera ergriffen. Ein besonderes Ergriffenwerden nach Maassgabe eines besondern Gewerbes fand nicht statt. Die Art der Beschäftigung an sich hatte keinen Einfluss; indirekte Beziehungen lassen sich insoferne nachweisen, als die Art der Beschäftigung einen ungefähren Maassstab gibt für die Beurtheilung der Lebensweise und der materiellen Lage der Befallenen.

1866. Die Cholera in Utzmemmingen O.-A. Neresheim.

Vom 27. August bis 2. November 23 Cholerafälle (die vielen Cholerinen und Diarrhöen nicht miteingerechnet), darunter 14 Personen weiblichen und 9 männlichen Geschlechtes; das weibliche Geschlecht ist also mit 61 % vertreten. Im Ganzen starben 17, also 73 %. An der Gesammtsterblichkeit participirte das weibliche Geschlecht mit 64 %. Von den 14 erkrankten Frauen starben 78 %, von den erkrankten Männern 66 %. Bezüglich des Alters der Erkrankten und Gestorbenen gibt die folgende tabellarische Uebersicht Aufschluss:

	erkrankt	gestorben
von 0—5 Jahren	2	2
„ 5—10 „	1	0
„ 10—20 „	0	0
„ 20—30 „	2	0
„ 30—40 „	3	1
„ 40—50 „	4	3
„ 50—60 „	6	6
„ 60—70 „	2	2
„ 70 u. mehr „	3	3
	23	17

Die Morbilität an Cholera ist also bis zum 30. Jahre eine geringe, von da an wächst sie absolut bis zum 60. Jahre; von jetzt ab ist die Zunahme keine absolute mehr, dagegen insofern eine relative, als die Zahl der über 60 und 70 Jahre alten Leute eine verhältnissmässig kleine ist, im Gegensatz zu der Bevölkerungszahl im Alter von 30—60 Jahren. Aehnlich sind die Mortalitätsverhältnisse. Sie sind am günstigsten für das Alter von 5—40 Jahren;

dagegen ungünstig für die Kinder unter 5 Jahren und die Altersklassen über 40 Jahren. Bei letzteren steigt die Mortalität mit zunnehmenden Jahren. Sämmtliche Erkrankungsfälle vertheilen sich auf 15 von den 121 Häusern des Dorfes. In 9 Häusern traten Hausepidemien auf. Die kürzeste Dauer einer Hausepidemie vom Tage der ersten bis zu dem der letzten Erkrankung betrug 4, die längste 14, das Mittel 9⅓ Tage. Die grösste Intensität zeigte die Cholera vom 27. August bis 10. September, in zweiter Ordnung die Zeit von da bis zum 1. Oktober; nun folgt eine 6tägige Pause, an welche sich in der Zeit vom 7. Oktober bis 2. November noch 4 Erkrankungen anschliessen, welche sämmtlich ein lethales Ende nahmen. Die Cholera wurde am 27. August von einer Böhmin eingeschleppt. Am 30. August erkrankte der Wirth, in dessen Haus die Fremde abgestiegen war.

Mit Ausnahme der im Anfang der Epidemie Ergriffenen befiel die Cholera mit besonderer Vorliebe solche Leute, deren Constitution schon vorher durch Armuth, unregelmässiges Leben, übermässige Arbeit und schlechte Wohnungen geschwächt war. Während in den Epidemien vom Jahre 1849 und 1854 insbesondere auch Schnapstrinker von Cholera befallen wurden, ist im Jahre 1866 hierüber Nichts bekannt geworden. Dagegen blieben Wöchnerinnen ebenso wie bei den früheren Epidemien auch dieses Mal nicht verschont, obwohl eine besondere Prädisposition nicht festgestellt werden konnte. Von männlichen Individuen wurden am meisten Taglöhner ergriffen. In den Nachbarsorten von Utzmemmingen (Kleinerdlingen und Hohlheim) wurde zwar im Monate Oktober eine Reihe von Cholerinen beobachtet, aber kein schwerer Choleraanfall, vor allem kein Todesfall. In das benachbarte Nähememmingen wurde ein Fall mit nachherigem lethalem Ausgange verschleppt; in dem Hause, in welchem die Kranke untergebracht war, kamen zwei leichte Erkrankungen vor, ausserdem wurden in den darauffolgenden Wochen häufige Anfälle von Erbrechen und Diarrhöe im Dorfe beobachtet und schliesslich 26 Tage nach dem ersten Todesfalle erkrankte an schwerer Cholera der Bruder der Gestorbenen, welcher am entgegengesetzten Ende des Dorfes wohnte; nach 8 Stunden trat der Tod ein.

Utzmemmingen zählte damals 690 Einwohner, die benachbarten, schon erwähnten Ortschaften noch weniger, auch die letzteren sind arm und meistens von Taglöhnern und Bettlern bewohnt.

Abgesehen von den bezeichneten Orten kam damals in Württemberg nirgends ein weiterer Cholerafall zur Beobachtung; auch überschritt die Zahl der in den Sommermonaten gewöhnlich vorkommenden Magen- und Darmcatarrhe in keiner Weise das Mittel früherer Jahre, in welchen die Cholera den württembergischen Boden nicht betrat.

Die Cholera im Jahre 1873.

1. Heilbronn am Neckar (19,000 Einwohner). Die Epidemie begann am 26. August, erstreckte sich über 9 volle Wochen und endete am 25. Oktober. Es erkrankten im Ganzen 194 Personen (123 weibl., 71 männl. Geschlechts). Das weibliche Geschlecht ist also bei den Erkrankungen mit 63 % vertreten. Im Ganzen starben 96 (41 männl., 55 weibl. Geschlechts). Die Gesammtsterblichkeit betrug also 50 %, unter den Gestorbenen figurirt das weibliche Geschlecht mit 57 %. Vergleicht man die Zahl der erkrankten Weiber mit der Sterblichkeitszahl derselben, so beträgt letztere in Procenten ausgedrückt 44, unter den erkrankten Männern 57. Betrachten wir nun das Alter der Erkrankten und Gestorbenen:

	erkrankt	männl.	weibl.	gestorben	männl.	weibl.
unter 1 Jahr	4	—	4	4	—	4
von 1—7 „	20	7	13	12	6	6
„ 7—14 „	3	1	2	1	—	1
„ 15—20 „	10	5	5	3	2	1
„ 21—30 „	39	10	29	15	6	9
„ 31—40 „	41	17	24	14	5	9
„ 41—50 „	19	3	16	11	2	9
„ 51—60 „	25	13	12	12	8	4
„ 61—70 „	23	9	14	17	8	9
„ 71—80 „	7	5	2	6	4	2
„ 81—90 „	1	—	1	1	—	1
von Frankenbach nach Heilbronn gebracht	2	1	1	—	—	—
	194	71	123	96	41	55

Wir finden auch hier eine relativ hohe Sterblichkeitszahl unter den Kindern und in den Altersklassen von 40—90. Aber auch in den mittleren Jahren von 20—40 finden wir grosse Morbilitätszahlen, verhältnissmässig niederer ist dagegen die Mortalitätsziffer.

Die Cholera setzte sich von den 1814 Häusern Heilbronns in 127 fest. In 29 Häusern entwickelten sich eigentliche Hausepidemien, auf die übrigen Häuser kommt je nur 1 Fall. Die mittlere Dauer der Hausepidemien beziffert sich auf 10—14 Tage. Die grösste Intensität zeigte die Cholera vom 26. August bis 1. September. Die meisten Erkrankungen brachte der 29., 30. und 31. August. Bis zum 15. September waren die täglichen Erkrankungen noch ziemlich zahlreich, dann aber beginnt eine allmähliche Abnahme bis zum völligen Erlöschen. Während dieser Baissebewegung bringen nur 2 Tage, nemlich der 22. und 25. September, plötzlich wieder mehrere Erkrankungsfälle. Am meisten wurden von der Krankheit ergriffen: Fabrikarbeiter (32), Taglöhner (16), Weingärtner (15), Dienstmädchen (13), Steinhauer und Maurer (8), Schneider und Schuster je 6, Krankenwärter und Wärterinnen, Bäcker und Wirthe je 5, Hafner, Polizeisoldaten je 4, u. s. w. Von den Heildienern wurde nur Einer ergriffen, unter den Aerzten erkrankte Niemand. Wäscherinnen erkrankten nur 2. Von dem in Heilbronn sehr zahlreich vertretenen und wohlhabenden Kaufmannsstand und den Angehörigen desselben erkrankten nur 7. Von Heilbronn wurde 1 Fall nach dem ½ Stunde entfernten Bökingen verschleppt, ohne dass dort weitere Cholerafälle auftauchten. Ein zweiter Fall wurde nach dem 1½ Stunde entfernten Ort Untereisesheim verschleppt. Auch hier blieb die Krankheit isolirt. In Thalheim (2 Stunden von Heilbronn) erkrankte eine Frau an Cholera und starb; ausser ihrer Pflegerin erkrankte Niemand. Je ein weiterer Fall wurde nach Oedheim und Oehringen verschleppt, ohne dass dort Epidemien entstanden. Die 2 Kinder einer cholerakranken Frau wurden von Heilbronn nach Eschenau O.-A. Weinsberg gebracht. Die Kinder blieben nach wie vor vollständig gesund; dagegen erkrankte die Grossmutter, bei welcher die Kinder untergebracht wurden, an schwerer Cholera und starb. Weitere Fälle wurden auch in Eschenau nicht beobachtet. Sämmtliche dieser

Fälle wurden Ende August und Anfangs September, wo also die Cholera in Heilbronn sehr intensiv auftrat, verschleppt mit Ausnahme des letzterwähnten Eschenauer Falles (30. September). Trotzdem konnte das Choleragift da, wo es importirt wurde, sich nicht weiter entwickeln, ausgenommen in Frankenbach, wohin es am 9. September verschleppt wurde. Dasselbe wurde auch bei früheren Epidemien beobachtet. Wenn also von einem Choleraorte aus ein Fall nach einer anderen Gemeinde tranportirt wird, so kann dieser Fall isolirt bleiben oder aber zu einer grösseren Epidemie führen, gleichgiltig ob die Krankheit in der Anfangs- oder Schlussperiode der Epidemie des zuerst befallenen Ortes verschleppt wurde.

Auch in Heilbronn war die Beobachtung zu machen, dass besonders Schnapstrinker gerne von der Cholera heimgesucht werden, wie überhaupt Leute aus niederen Ständen mit unzweckmässiger Lebensweise und ungünstigen Wohnungsverhältnissen. Unter den erkrankten Frauen waren auch 5 Schwangere und 3 Entbundene.

Schon im Mai 1873 wurden in Heilbronn zahlreiche Fälle von Brechruhr beobachtet. Diese Zahl stieg von Monat zu Monat und erreichte im August ihren Höhepunkt, dann trat eine allmähliche Abnahme ein bis zum vollständigen Verschwinden, bei Eintritt kälterer Witterung im Oktober.

2) Frankenbach (1182 Eiwohner), O.-A. Heilbronn.

Die Epidemie dauerte vom 9. September bis 21. Oktober. Befallen wurden im Ganzen 34 Personen (13 männl., 21 weibl.) Das weibliche Geschlecht betheiligt sich also an der Gesammtkrankenzahl mit ungefähr 62 %. Von 34 starben 20, also über 58 %, darunter 12 Frauen, also 60 %. Vergleicht man die Todtenzahl des weiblichen Geschlechtes mit ihrer Erkrankungszahl, so starben von den erkrankten Frauen 57 %. Die Sterblichkeit unter den erkrankten Männern beträgt dagegen 61 %. Und nun das Alter der Erkrankten und Gestorbenen:

	erkrankt	männl.	weibl.	gestorben	männl.	weibl.
unter 1 Jahre	1	—	1	1	—	1
von 2—7 „	4	2	2	1	1	—
„ 7—14 „	1	—	1	—	—	—
„ 15—20 „	2	1	1	—	—	—
„ 21—30 „	2	—	2	—	—	—
„ 31—40 „	9	3	6	4	1	3
„ 41—50 „	5	2	3	5	2	3
„ 51—60 „	5	2	3	4	1	3
„ 61—70 „	4	2	2	4	2	2
„ 71—80 „	1	1	—	1	1	—
	34	13	21	20	8	12

Die Tabelle zeigt eine auffallend niedere Erkrankungszahl unter den schulpflichtigen Kindern im Alter von 7—14 Jahren, am höchsten ist die Zahl vom 31. Jahre an und darüber. Ebenso verhält es sich mit der Mortalität. Die Erkrankungen vertheilten sich auf 13 Häuser, in 10 kamen mehrere Erkrankungsfälle vor. Die mittlere Dauer einer Hausepidemie betrug 5—6 Tage. Die Krankheit zeigte von ihrem ersten Auftreten an bis zum Anfang Oktober eine ziemlich konstante Intensität. Dann folgte eine Pause bis zum 11. Oktober, wo plötzlich wieder drei neue Erkrankungen auftraten, desgleichen am 14. Oktober. Am 18. folgen noch zwei weitere, lethal endigende Fälle, am 21. Oktober wird der letzte Cholerafall mit Ausgang in Genesung beobachtet. Das Hauptcontingent für die Cholera stellten die Fabrikarbeiter, Taglöhner und Bauern. Unter den Wohnungen wurden besonders diejenigen heimgesucht, in welchen viele Menschen auf einem kleinen Raum zusammengedrängt sich aufhielten und die Reinlichkeit als Nebensache betrachtet wurde. In Frankenbach sind meist nur kleine Häuschen mit einem sehr beschränkten Parterreraum und einem aufgesetzten Stockwerk. In einer Wohnung, welche für eine Familie gerade ausreichend wäre, wohnen 3—4 Familien mit 10—12 Personen. Diese Räume waren die Lieblingsstätten der Cholera. Auf die Parterrewohnungen kamen 18, auf den 1. Stock 16 Erkrankungen. In Heilbronn dagegen kamen nur sehr wenige Erkrankungen auf die Parterreräume, was damit zusammenhängt, dass diese Räume dort fast ausschliesslich als Arbeits- und Verkaufslokale benützt

werden. Die eigentlichen Wohnräume des ersten und zweiten Stockes lieferten weitaus die meisten Kranken, und zwar kamen auf die zweite Etage annähernd gerade so viel Kranke, wie auf die erste. Dreistöckige Häuser (Parterre, Belletage, 2. und 3. Stock) sind in dem damals inficirten Theile der Stadt Heilbronn selten, daher auch die geringe Zahl von Cholerakranken aus dem dritten Stockwerke. Auch in Frankenbach zeigten sich Schnapstrinker für die Cholera in hohem Grade disponirt. Ein Cholerafall wurde zu der Zeit, als die Epidemie in Frankenbach ihre Akme erreicht hatte, nach dem ½ Stunde entfernten Nekargartach am Nekar verschleppt. Die Kranke starb daselbst schon nach 20 Stunden, ohne dass es übrigens zur Entwicklung auch nur einer Hausepidemie gekommen ist. Schon vor der Choleraepidemie sollen Choleraanfälle in Frankenbach häufig aufgetreten sein, ebenso in dem benachbarten Kirchhausen, in welchem selbst 1 oder 2 Todesfälle an Brechruhr vorgekommen sein sollen. —

Ueberblicken wir nun noch einmal die Epidemiejahre 1854, 1866 und 1873, so können wir folgende Sätze über das Vorkommen von Cholerafällen in Württemberg nach Ort und Zeit aufstellen:

1) Die Choleraepidemien bewegten sich in den Monaten August, September, Oktober und November und zwar in folgender Abstufung.

Die ersten Fälle traten gewöhnlich gegen Mitte oder Schluss des Augusts auf, erreichten ihre Akme entweder am Ende des Augusts oder in den ersten 2 Dritteln des September. Gegen Ende letzteren Monates begann gewöhnlich die Baissebewegung, welche sich abgesehen von hie und da auftretenden Exacerbationen durch den Monat Oktober fortbewegte. Das Ende der Epidemien erfolgte gewöhnlich Ausgangs Oktober, selten erst im Monat November.

2) Die Cholera ergriff bald grössere Städte, bald die kleinsten Dörfer und Weiler ohne Rücksicht auf die Einwohnerzahl.

3) Die befallenen Orte liegen theilweise an grösseren Verkehrswegen, ein grosser Theil liegt in abgelegenen Flussthälchen.

4) Das weibliche Geschlecht zeigte eine ausgesprochene Prädisposition zur Choleraerkrankung gegenüber dem männlichen Geschlechte.

5) Die Altersklassen vom 7. bis 30. Lebensjahre sind verhältnissmässig wenig für Cholera disponirt; über dem 30. Jahre nimmt die Morbilität ziemlich gleichmässig zu.

6) Die durchschnittliche Mortalität unter sämmtlichen Erkrankten betrug 50—60 %. Unter den Kindern nahm die Sterblichkeit mit der Annäherung an das erste Lebensjahr zu, unter den Erwachsenen dagegen war sie im Allgemeinen congruent der Zunahme des Alters. Unter den Erkrankten weiblichen Geschlechts war die Procentzahl der Sterblichkeit etwas niederer, als beim männlichen Geschlechte.

7) Ueberfüllte und schmutzige Wohnungen bildeten die Hauptbrutstätten der Cholera. Ein prädisponirender Einfluss der verschiedenen Stockwerke auf die Häufigkeit der Erkrankungen liess sich wenigstens im Jahre 1873 nicht constatiren.

8) In Bezug auf Stand und Gewerbe war die Beobachtung zu machen, dass vorzugsweise Taglöhner und Fabrikarbeiter von der Krankheit befallen wurden. Allgemein ausgedrückt, war die Morbilität und Mortalität am höchsten unter denjenigen Bevölkerungsschichten, welche vermöge ihrer Berufsstellung auf ein dürftiges, zum Theil kümmerliches Leben angewiesen sind.

II. Erforschung der Gegenstände, an welchen der Krankheitsstoff haften und durch welche er weiter verbreitet werden kann.

Betrachten wir zuerst den Menschen selbst als etwaigen Träger des Infectionsstoffes, so treten uns zwei cardinale Unterschiede entgegen: entweder trägt der Mensch das Choleragift in sich, er reproducirt es in sich selbst oder aber er ist nur der mechanische Träger der Cholerakeime. Es steht uns also die cardinale Frage gegenüber, ist die Cholera eine ektogene Krankheit oder eine entogene. Lassen wir nun die in Württemberg gemachten Erfahrungen und die bei den dortigen Epidemien gesammelten nackten Thatsachen sprechen, so müssen wir zugestehen, dass diese Beobachtungen zwar nicht hinreichen für eine definitive Entscheidung dieser schwierigen Frage, dass aber das ganze Auftreten der Cholera in Württemberg weit mehr für die ektogene Entstehung der Krankheit

spricht, als für die entogene. Bei der Besprechung der tellurischen Verhältnisse werden wir finden, dass sich das Auftreten der Cholera an ganz prägnante topographische und tellurische Verhältnisse bindet, mit anderen Worten die Untergrundsverhältnisse ganzer Ortschaften und einzelner Häuser haben einen weit grösseren Einfluss auf Entstehung und Verbreitung der Cholera, als die lebhaftesten Verkehrsverhältnisse unter den Menschen. Wir haben bei der Angabe der einzelnen Epidemien mehrfach von Verschleppungen der Krankheit nach anderen Orten hin gesprochen: in dem einen Orte kam es zu einer Epidemie, trotzdem die Kranken sofort isolirt und die umfassendsten Desinfectionsmaassregeln eingeleitet wurden, in einem anderen Orte blieb der eingeschleppte Fall isolirt, ohne dass prophylaktische Maassregeln in Anwendung kamen. An dem einen Orte erkrankt eine grössere Anzahl Menschen an schwerer Cholera, in einem anderen Orte bleiben die Menschen gesund, trotzdem ein Cholerakranker sich mitten unter ihnen befindet, trotzdem die Lebens- und Wohnungsverhältnisse hier ebenso sind wie in den inficirten Orten. Hier wie dort gibt es Leute von geschwächter Constitution, hier wie dort gibt es Schnapstrinker und Vagabunden, schlechte Wohnungen, Elend und Armuth. Dort Cholera, hier nicht. Die Statistik der tellurischen Verhältnisse der einzelnen Orte wird dieses Räthsel lösen. Eines der frappantesten Beispiele dieser Art gibt uns das Verhalten von Stuttgart, Ludwigsburg, Eschenau, Oehringen u. s. w. an die Hand. Verschiedene Male wird die Krankheit nach Stuttgart eingeschleppt und nie kommt es zu einer Epidemie. Nur in einem Falle hatte es den Anschein, wie wenn die Cholera aus ihrer reservirten Haltung der Stadt Stuttgart gegenüber heraustreten wollte, allein auch hier blieb es bei ein paar Familienerkrankungen. Die übrigen Bewohner des Hauses blieben verschont, trotzdem die Dejectionen in die gemeinschaftlichen Aborte entleert wurden. Ebenso verhält es sich mit dem nach Heslach verschleppten Falle. Auch hier fand die Cholera eine ärmliche schmutzige luftarme Wohnung, aber sie verbreitete sich nicht. Hätte man dieses Verhalten der Cholera in Stuttgart nur ein einzigesmal beobachtet, so könnte man sich sagen, das war ein Spiel des Zufalls. Dasselbe kann man ja zuweilen auch bei Pocken, Masern u. s. f. beobachten. Vergegen-

wärtigen wir uns aber die ganze epidemiologische Geschichte Württembergs, dann fällt uns auf, dass ein derartiges Verhalten der erwähnten exanthematischen Infectionskrankheiten bis Dato eine Ausnahme war. Die vielen und schweren Pocken-, Masernepidemien u. s. f., welche seit Anfang dieses Jahrhunderts das ganze württembergische Gebiet oftmals durchseuchten und kaum einen einzigen Ort verschonten, stehen in schroffem Gegensatze zu dem seitherigen Verhalten der asiatischen Cholera. Der grösste Theil der württembergischen Bevölkerung theilt dieselben Lebensverhältnisse, die ganze geographische Lage des Landes bringt es mit sich, dass auch die klimatischen Verhältnisse in den einzelnen Gegenden des Landes ziemlich ähnliche sind, die exanthematischen Infectionskrankheiten haben im Laufe der Jahre fast alle Gegenden Württembergs in gleicher Weise heimgesucht, dagegen hat die Cholera seit der Zeit, als sie zum erstenmale den württembergischen Boden betrat, mit grosser Consequenz immer nur ganz bestimmte Orte heimgesucht, andere dagegen stets verschont. Vergleichen wir die inficirten und die freigebliebenen Orte mit einander nach den Wohnungs- und gesammten Lebensverhältnissen ihrer Einwohner, nach all' den klimatischen und atmosphärischen Verhältnissen, so finden wir allüberall Uebereinstimmung, nur bezüglich der Bodenverhältnisse bestehen Differenzen. Oder sollten etwa die Bewohner Stuttgarts eine so eximirte Stellung einnehmen, dass sie gerade für die Cholera nicht disponirt sind? Die Erfahrung lehrt, dass der Stuttgarter ebenso wie ein anderer der Einwirkung der Cholerakeime unterworfen ist, wenn er ein Choleragebiet betritt. Das Gegenstück von Stuttgart liefert beispielsweise Frankenbach. Die Cholera wird eingeschleppt und wie im Sturmeslaufe durchzieht die Krankheit binnen wenigen Wochen das Dorf und sucht sich eine Reihe von Häusern mit ganz prägnanten Untergrundsverhältnissen zu ihrer Niederlassung aus, und all' dies trotz Isolirung und Desinfection. In Heilbronn bricht die Cholera herein wie ein Blitz aus heiterem Himmel. In Einer Nacht, zu Ein und derselben Stunde erkranken 5 Personen in verschiedenen aber benachbarten Häusern, ohne dass sie mit einem Cholerakranken zusammenkamen oder einen Choleraort betreten hatten.

Lässt sich dieser Vorgang wohl anders erklären als durch die Annahme, dass die Krankheitskeime dem Boden entstiegen sind? Zu dieser Annahme wird man vollends unwiderstehlich hingezogen, wenn man die Epidemie in ihrem weiteren Verlaufe nur auf einem Territorium mit denselben Bodenverhältnissen sich bewegen sah, während es in den Häusern anderer Stadttheile mit einem Untergrund, dessen physikalische Eigenschaften gerade entgegengesetzt waren, trotz mehrfacher Einschleppungen nicht einmal zur Entwicklung von Hausepidemien kam. Ganz dieselben Erscheinungen lassen sich in den übrigen Epidemieorten nachweisen, bei Beschreibung der tellurischen Verhältnisse muss einzeln darauf zurückgekommen werden. Verzichten wir daher vorerst lieber auf die Bezeichnungen Contagion und Miasma, stellen wir uns allein auf den Boden positiver Thatsachen und begnügen uns, die Bodenbeschaffenheit als den wichtigsten Faktor in der Choleraätiologie festzustellen. Was die lokalen Stuttgarter Verhältnisse in specie betrifft, so kenne ich nur noch Eine Krankheit, welche bezüglich ihres Auftretens daselbst ganz analoge Verhältnisse wie die Cholera aufweist, nemlich die Dysenterie. Ob es bei dieser Krankheit ein blosser Zufall ist, will ich dahingestellt sein lassen, da es mir bis jetzt noch nicht möglich war, das Verhalten der übrigen Gebietstheile Württembergs dieser Krankheit gegenüber einem eingehenden Studium zu unterwerfen. Wenn es mir gelingen wird, brauchbare Notizen darüber zu sammeln, werde ich mir in der nächsten Zeit das Studium über das Auftreten der Dysenterie in Württemberg zur Aufgabe machen.

Der zweite Faktor, welcher in der Choleraverbreitung eine Rolle spielte, war der Verkehr. In sämmtlichen Choleraepidemien wurden ein oder mehrere Fälle theils in dem inficirten Orte selbst, theils nach anderen bis dahin cholerafreien Orten verschleppt und zwar geschah dies nicht bloss durch Cholerakranke selbst, sondern wie dies aus mehreren obenerwähnten Fällen ersichtlich ist, durch gesunde Menschen, welche aus inficirten Orten kamen und die Krankheit einschleppten, ohne selbst zu erkranken. Der Fall, wo zwei gesunde Kinder die Krankheit verschleppten, verdient insofern noch eine besondere Erwähnung, als die Kinder in ihrer gewöhnlichen Bekleidung ohne irgendwelche andere Effekten zu der Grossmutter

verbracht wurden. Es ist wohl kaum anders denkbar, als dass die Kinder in ihren Kleidern die Cholerakeime verschleppten. Dagegen war in sämmtlichen Epidemien niemals eine Verschleppuug durch Leichen zu constatiren. So kam es insbesondere in den ersten Epidemiejahren des öfteren vor, dass Leichen ohne vorangegangene Desinfection nach einem anderen Orte verbracht wurden, ohne dass auch nur Eine Person inficirt wurde. In Ersingen a. d. Donau erkrankte ein 75 Jahre alter Mann an Cholera, er wurde noch an demselben Tage nach seiner Heimathgemeinde Walpertshofen O.-A. Laupheim gebracht, starb jedoch unterwegs. Die Leiche wurde dort nach zwei Tagen beerdigt. Der ganze Ort blieb frei von Cholera. Todtengräber und Todtenträger erkrankten sehr selten; ob der Leichnam die Quelle der Infection war, ist mehr als fraglich, da dieselben Leute gewöhnlich auch noch Aushilfsdienste als Krankenwärter versahen und da wo dies nicht der Fall war, doch zum Zwecke des Einsargens in die inficirten Häuser kamen. Auch der in Heilbronn an Cholera gestorbene Anatomiediener beschäftigte sich nicht bloss mit den Leichen selbst, sondern er kam auch zum Abholen der Leichname auf die Cholera-Abtheilung selbst, er beschäftigte sich mit dem Abziehen der Leibwäsche von den Leichnamen u. s. w. Von sämmtlichen Aerzten erkrankte im Jahre 1854 nur Einer, trotzdem sie bei der physikalischen Untersuchung in die nächste Berührung mit den Kranken kommen und trotz Vornahme der Obductionen. Von den den Sarg unmittelbar begleitenden Personen (Pfarrer, Messner, Chorknaben etc.) erkrankte Niemand. Ueber die Ansteckungsfähigkeit von Wäsche, Betten, Lumpen u. s. w. wurden keine Beispiele von wirklicher Beweiskraft beobachtet. Die Wäscherinnen, welche an Cholera erkrankten, hielten sich den Tag über in den inficirten Häusern auf. Die bei Ausbruch der Cholera in Heilbronn auftretende Vermuthung, die Krankheit sei durch Schafwolle aus Ungarn eingeschleppt worden, erwies sich als hinfällig, da die Waare schon mehrere Monate ehe noch in Ungarn die ersten Cholerafälle auftraten, importirt wurde.

Ebensowenig wurde eine Weiterverbreitung der Cholera durch Droschken und Fuhrwerke, in welchen Cholerakranke und Choleraleichen transportirt wurden, beobachtet. Auch die Nahrungsmittel

zeigten niemals einen Einfluss auf die Ausbreitung der Krankheit. Nahrungsmittel, welche in den Krankenzimmern selbst aufbewahrt waren, wurden genossen, ohne dass in Folge dessen Erkrankungen auftraten. Man konnte dies in mehreren württembergischen Orten constatiren, besonders in den Häusern armer Leute, wo ein gemeinschaftlicher Raum als Wohn- und Schlafzimmer und zugleich als Küche und Vorrathskammer dient. Auch der Genuss des in diesem Raume aufbewahrten Trinkwassers blieb ohne Einfluss. Kinder und Wärter tranken davon, ohne cholerakrank zu werden. In keiner Epidemie konnte das Trinkwasser als ein die Infection vermittelndes Medium oder in Folge seiner Verunreinigung mit organischen Stoffen als ein den Choleraausbruch beförderndes Moment angesehen werden. Die in dieser Richtung vorgenommenen Untersuchungen in Heilbronn und Frankenbach waren sehr exakt. So blieb in Frankenbach eine Häusergruppe, welche das Wasser eines mit organischen Stoffen vorzugsweise verunreinigten Brunnens als Trink- und Nutzwasser benützte, von Cholera ganz verschont.

Von grossem Einfluss auf Entstehung und Verbreitung der Cholera war der Zustand der Abzugskanäle in Heilbronn. Die Krankheit setzte sich da fest, wo der Hauptabzugskanal der Stadt, ohne das genügende Gefälle zu haben, hindurchzieht. Der Inhalt des Kanales besteht nicht bloss aus dem Abwasser der Häuser und Fabriken, aus dem durch das Meteorwasser hineingeführten Strassendetritus u. s. w., sondern vorzugsweise aus menschlichen Excrementen. Bei Hochstand des Neckars ist der Abfluss des Kanalinhaltes in den Fluss nicht einfach gehemmt, sondern es tritt eine Rückwärtsbewegung ein. Dazu kommt noch die Mangelhaftigkeit der Kanalwandungen in Bezug auf Impermeabilität. So kommt es, dass die Kanaljauche in das umgebende Erdreich beständig durchsickert, wodurch der Untergrund der in diesem Gebiet liegenden Häuser durch Fäulnissstoffe mit der Zeit vollständig imprägnirt wurde. Doch nicht genug. Die betreffenden Häuser haben keine ausgemauerten Senkgruben, sondern die Excremente sickern entweder in den Boden hinein oder finden den Weg in irgend ein Rinnsal, durch welches sie dann in die Kanäle hinein gelangen. Einen derartigen Boden wählte die Cholera zum Schauplatze ihres

epidemischen Auftretens. Eine Verbreitung der Cholera in der Richtung und congruent dem Verlauf der Kanäle war nicht nachzuweisen. Dagegen zeigte sich besonders an denjenigen Stellen der Kanäle, an welchen eine besondere Anhäufung des putriden Kanalinhaltes stattfand, auch eine vorzugsweise Anhäufung der Cholerafälle.

Einen ähnlichen Einfluss zeigten die Aborte; da, wo dieselben in einem schlechten Zustande waren, nistete sich die Cholera mit besonderer Vorliebe und mit grosser Hartnäckigkeit ein. In Heilbronn war dies, wie schon erwähnt, besonders in den Häusern mit Versitzgruben der Fall. In Frankenbach war die Beobachtung zu machen, dass die Cholera beinahe ausnahmslos in Häusern mit unausgemauerten Senkgruben auftrat, während dagegen mehrere sehr arme Häuser, in denen keine Senkgrube war, sondern wo die Excremente in einem Kübel den Tag über gesammelt und am folgenden Morgen in einem Garten oder auf einem Düngerhaufen ausgeleert wurden, beinahe ganz verschont blieben. Man könnte dadurch zu der Schlussfolgerung geführt werden, dass die Aborte in erster Reihe die Cholerainfection vermitteln und dies um so mehr, wenn man die weitere in Frankenbach gemachte Beobachtung berücksichtigt, dass Kinder unter 14 Jahren von der Cholera so gut wie verschont geblieben sind, welche, wie mir allseitig versichert wurde und wie ich es selbst dutzendemale mitangesehen habe, nicht die gemeinschaftlichen Aborte benützen, sondern ihre Excremente auf den nächsten besten Düngerhaufen oder in einem Garten niedersetzen. Nun finden wir aber auch in Heilbronn und den übrigen Choleraorten sehr häufig eine auffallende Immunität des kindlichen Alters und dies in Orten, wo die Schulkinder fast ausnahmslos die Aborte der Erwachsenen benützen. Ferner ist zu beachten, dass z. B. gegen die Mitte der Frankenbacher Epidemie die Cholera in Häusern mit Senkgruben, welche täglich entleert und mit Karbolsäure und Eisenvitriol desinficirt wurden, sich gerade so festsetzte, wie im Anfange. Auch hier waren in den Senkgruben keine Fäkalmassen aufgespeichert und trotzdem wählte die Cholera dieses Territorium. Dagegen war vor und bei Beginn der Epidemie in der Unreinlichkeit das Höchstmögliche geleistet worden. Man hat die Senkgruben

nur dann entleert, wenn man für die landwirthschaftlichen Zwecke Dünger nothwendig hatte, während man zu jeder andern Zeit die Gruben überlaufen und den fauligen Inhalt in den Boden versitzen liess. Auf diese Weise wurde der Untergrund der Häuser mit Fäulnissstoffen imprägnirt. Auf diese Weise wurde der Boden zur Aufnahme der Cholerakeime und zu ihrer Weiterentwicklung vorbereitet. Dass die Aborte und die Senkgruben selbst die Brutstätten der Cholerainfection sind und dass sie die Quelle der specifischen Emanationen sind, dagegen sprechen eine Reihe von Thatsachen. In zahlreichen Orten wurden die Krankheitskeime durch Cholerakranke oder mit einfachem Choleradurchfall behaftete Personen eingeschleppt, die Fäkalstoffe wurden im höchsten Falle mit etwas Eisenvitriollösung begossen, im Allgemeinen wurden sie ohne Weiteres in die gemeinschaftlichen Senkgruben entleert und trotzdem blieb die Cholera isolirt. Das war auch in solchen Orten zu beobachten, deren Latrinenverhältnisse noch zu den primitivsten gehörten. Dies war in all' den schon erwähnten Orten der Fall, in welchen die Cholera trotz mehrfacher Einschleppungen niemals gedeihen konnte. Auch in dem schon erzählten Falle von Stuttgart, wo es zu einer kleinen Familienepidemie kam, wurden die Dejectionen in die gemeinschaftlichen Aborte ergossen, ohne dass von den übrigen Hausbewohnern, also von den Bewohnern anderer Stockwerke, irgend Jemand erkrankte. Ferner war zu beobachten, dass in Wirthschaften, wenn die Cholera in denselben ausbrach, die Abtritte in keiner Weise die Vermittlungsrolle der Weiterverbreitung spielten. Und doch wurden die Dejectionen in die Aborte entleert und die Abtritte selbst wurden dutzendemale von den Besuchern der Kneipe frequentirt. Dies war beispielsweise in Frankenbach mehrere Male zu konstatiren. Von der Commission, welche die Desinfection der Abtritte vorzunehmen und zu kontroliren hatte, deren Mitglieder also tagtäglich die Abtrittsgase aus erster Quelle einathmen mussten, erkrankte Niemand. Diese Commission bestand beispielsweise in Frankenbach aus dem Arzte, dem Gemeindevorstand, zwei Gemeinderäthen, einem Schreiber und mehreren Knechten. In der Irrenanstalt Zwiefalten trat eine sehr in- und extensive Choleraepidemie auf, obgleich hier die Excremente nicht in Senkgruben aufgespeichert, sondern durch

einen unter der Anstalt dahinfliessenden wasserreichen Bach mit starkem Gefälle beständig weggespült werden. Die Anstalt ist also in gewissem Sinne canalisirt. Die Gegner der Canalisation könnten nun den Einwand machen, dass auch das Canalisiren nicht im Stande sei, vor den intensivsten Choleraepidemien zu schützen. Dagegen ist zu erwidern, dass die in der Irrenanstalt Zwiefalten bestehende Einrichtung im Allgemeinen das Princip der Canalisation theilt, dass jedoch die Beschaffenheit dieser Einrichtung weit hinter der technischen Vollkommenheit der gegenwärtigen Canalisationsmethode zurücksteht. In dem als Spülkanal dienenden Bache der Irrenanstalt bilden sich trotz des Wasserreichthums und trotz der günstigen Gefällverhältnisse Niederschläge und Schlammablagerungen an der Sohle und an den Ufern. Da die Undurchlässigkeit des Bettes, in welchem der Bach liegt, eine sehr geringe ist, so ist es natürlich, dass die Schlammablagerungen allmälig in das Erdreich hineingesickert sind und dass schliesslich der Untergrund der Anstalt mit den Zersetzungsprodukten dieser Schlammablagerungen imprägnirt wurde.

Den Wasserläufen konnte bei sämmtlichen Epidemien kein Einfluss auf die Choleraverbreitung zugeschrieben werden. Die Cholera trat in Württemberg nur in wasserreichen Gegenden auf, aber nirgends liess sich die Weiterverbreitung einem Flusse oder Bache entlang nachweisen, obwohl die Wasserläufe häufig mit Choleradejectionen trotz der strengsten Verbote verunreinigt wurden. Eine specifische Wirkung dieser verunreinigten Wässer, wenn sie als Nutzwasser benützt wurden, liess sich gleichfalls nicht nachweisen. In Heilbronn verbreitete sich die Cholera auf dem rechtseitigen Ufer des Nekars, während die Insel verschont blieb.

III. Erforschung der individuellen Empfänglichkeit.

Wir haben schon früher erwähnt, dass das erste Kindesalter, noch mehr aber das Alter vom 40. bis 50. Jahre an für die Cholera besonders disponirt war, dass beim weiblichen Geschlechte die Immunität eine viel geringere ist, als beim männlichen Geschlechte, dass ferner alle constitutionellen Schwächezustände in Folge von Krankheit, sorgenvollem Leben, Trunksucht u. s. w. eine erhöhte

Erkrankungsfähigkeit bedingen. Magen- und Darmkatarrhe in Folge von Diätfehlern gingen den eigentlichen Choleraanfällen sehr häufig voraus. Daher kamen die vielen Erkrankungen, welche vorzugsweise den Sonn- und Festtagen folgten. Sehr Viele erkrankten an Cholera, welche gar keine Furcht vor der Krankheit gezeigt hatten, während eine noch viel grössere Zahl Derer, welche aus Choleraangst Tag und Nacht keine Ruhe mehr hatten, von der Krankheit verschont geblieben sind. Nach meiner Erfahrung kann die Choleraangst nur in den Fällen als disponirendes Moment betrachtet werden, wo sie jede körperliche und geistige Ruhe verscheucht, zu Appetitlosigkeit und dadurch zu Ernährungsstörung führt. Den Einfluss der Umgebung des Individuums anlangend, ist zu bemerken, dass die Cholera vorzugsweise kleine und überfüllte Wohnräume aufsuchte. Bezüglich der Beschäftigungsweise und der einzelnen Berufsarten lässt sich der allgemeine Satz aufstellen, dass diejenigen Berufsklassen, welche ein ärmliches kümmerliches mühevolles Leben zu führen genöthigt sind, bei allen Choleraepidemien Württembergs das grösste Contingent gestellt haben. Ueber die Incubationszeit liessen sich in den einzelnen Epidemien mehrere sehr genaue Beobachtungen machen. Dies war besonders in den Fällen möglich, wo Anverwandte aus cholerafreien Orten auf ganz kurze Zeit ein Cholerahaus besuchten und dann sofort wieder in ihre bis dahin cholerafreie Heimathgemeinde zurückkehrten und dort erkrankten. Die kürzeste Incubationszeit, welche beobachtet wurde, betrug 6 Stunden, die längste 10 Tage.

IV. Erforschung des Einflusses tellurischer und atmosphärischer Momente auf das epidemische Vorkommen der Cholera.

A. Tellurische Verhältnisse.[1])

I. Das Jahr 1849.

Die Cholera trat zuerst in zwei kleinen Gemeinden des Jaxt-Thales auf und zwar mit einer mässigen epidemischen Verbreitung

1) Bei der Bearbeitung dieses Abschnittes wurde ich von Hrn. Professor Fraas sehr wesentlich unterstützt und möchte ich demselben auch noch an diesem

(Muschelkalkthal). Der Ort Sindeldorf, in welchem die Krankheit sich insbesondere verbreitete, und ebenso Morlach liegen beide nicht auf einer geologischen Schichte, sondern auf Bergschutt, welcher in den oberen Schichten leicht und locker, in den unteren dagegen schwer, undurchlässig und mit Thonmergeln durchsetzt ist. Die zweite Gegend des Landes, welche in diesem Jahre von Cholera befallen wurde, ist das Enzthal. Kleinere und grössere Epidemien traten auf in den tiefgelegenen Orten Vaihingen, Ensingen und Oberriexingen. Die allgemeinen geologischen Verhältnisse des Bezirkes sind folgende: Unten Muschelkalk, beginnend mit den dolomitischen Wellenkalken und Mergeln. Darüber die Keuperformation mit den feinkörnigen Schiffsandsteinen und den grobkörnigen Stubensandsteinen, welch' letztere häufig in eine harte feuergebende Abänderung übergehen. In den Thalebenen liegt Alluvium aus Geschieben, Sand u. s. w. Vaihingen liegt zum grösseren Theile auf einem Ausläufer des Schlossberges, also auf dem sehr schwer durchlässigen Stubensand. Der kleinere Theil des Ortes liegt in der Thalebene wie in einer Mulde und zwar auf einem Gemisch von Geröll und Sandboden. Letzteres war der Schauplatz der Epidemie, ebenso wie dieser Stadttheil früher häufig von Typhus heimgesucht war. Ensingen liegt auf einem rothsandigen Schlammboden, an einzelnen Stellen ist der Boden torfig und moorig (also Schlamm- und Moorgrund). Die Lage ist etwas abschüssig. Oberriexingen liegt an einem leichten Abhange gegen das Enzthal hin. Die Untergrundsverhältnisse sind wie in Vaihingen. In der tiefsten Lage des Ortes, welche hie und da überschwemmt wird, trat die Cholera auf, während der Theil an der Anhöhe verschont blieb. Dagegen blieb die Cholera in Weissach isolirt. Dieser Ort liegt an den Abhängen gegen das nicht tief eingefurchte Strudelbachthal, es liegt auf Sandstein, nicht auf Geröll oder Schlammboden. Eine kleine Epidemie suchte auch das im Zaberthal gelegene Hüglingen heim, welches flach, nicht muldenförmig, auf Moorgrund situirt ist. Unter dem

---

Orte meinen besonderen Dank aussprechen. Ausserdem wurden die Oberamtsbeschreibungen und die geognostischen Karten Württembergs — beide herausgegeben vom kgl. topographisch-statistischen Bureau — zu Hilfe genommen.



Moorgrund sind schwer durchdringliche Schuttmassen von verwittertem Keupersandstein, Keupermergel u. s. w. Dagegen blieb die eingeschleppte Cholera auf ihren ursprünglichen Herd beschränkt in Finsterroth O.-A. Weinsberg, welches auf der Höhe des Mainhardser Waldes, also ganz auf undurchlässigem Stubensand liegt, ebenso in Jettenbach O.-A. Marbach mit denselben Bodenverhältnissen wie Finsterroth. Weitere Cholerafälle wurden nach folgenden Orten eingeschleppt, blieben jedoch isolirt: In Murr bei Marbach mit schwerem diluvialem Lehmboden, in Ludwigsburg mit einer mächtigen diluvialen Lehmschichte auf dem Muschelkalk, in Köngen und Nellingen O.-A. Esslingen, welch' beide Orte hoch an einem Abhange liegen, mit Lias und Lehmboden, in Spaichingen und dem benachbarten Hofen mit braunem Jura (felsiger Untergrund von unbedeutender Durchlässigkeit).

II. Das Jahr 1854.

1. Stuttgart. Die Cholera blieb beschränkt, nur 1 Fall wurde nach dem benachbarten Heslach verschleppt, ohne auch dort zu weiteren Erkrankungen zu führen. Beide Orte liegen auf dichtem schwerdurchlässigem Lehm- und Mergelboden. Umrahmt ist Stuttgart von Gypsmergel. Schwemmland findet sich nur da, wo der Vogelsangbach seinen Lauf nimmt, z. B. in der Gegend der Liederhalle, ferner in dem unteren Theile der Königlichen Anlagen. An der rechten Seite der Anlagen zieht ein Strich Sauerwasserkalk herauf bis zum Königsbad und ebenso auf der linken Seite entlang der Ludwigsburgerstrasse.

2. Gmünd. Die Stadt liegt auf den Verwitterungen des mittleren Keupermergels und des weissen grobkörnigen Sandsteins (Stubensand). Ueber den Verwitterungen liegt ein schwerer thoniger, wenig durchlassender Boden.

3. Ludwigsburg mit Diluviallehm.

4. Vaihingen an der Enz. In ein am Thalabhange gelegenes Haus wurde ein Fall eingeschleppt. Dieser Stadttheil liegt auf Stubensandstein.

5. Oberkirchberg O.-A. Laupheim. Tertiärer Sand und Lehmboden.

6. Hellmannshofen O.-A. Krailsheim. Der Ort liegt auf undurchlässigem Stubensandstein.

7. Im ganzen Lauterthal blieben die Fälle trotz Einschleppung isolirt, so in Gundelfingen, Unterwilzingen, Lauterach und Anhausen. Sämmtliche Orte liegen ähnlich wie die Gemeinden auf dem Hochplateau der rauhen Alp auf Jurakalk und sind meistens auf einem gegen das Lauterflüsschen vorspringenden Felsrücken erbaut. Die Felsen sind hart, schwer durchlässig; an einzelnen Stellen wurden marmorähnliche Brüche entdeckt.

8. Frei blieben trotz Einschleppung diejenigen Filialorte Zwiefaltens, welche auf den gegen das Lauter- und Donauthal hin steil abfallenden Abhängen der Jurakalkformation liegen und in hohem Grade wasserarm sind. (Attenhöfen, Bühlhof und Sonderbuch.) Dagegen veranlassten die Einschleppungen der Cholera in allen im Aachthal gelegenen Orten mit denselben tellurischen Verhältnissen wie Zwiefalten kleine Epidemien, so in Bach, Gossenzugen und Gauingen.

9. Dettingen O.-A. Kirchheim. Ein Theil des Ortes liegt auf felsigem Grunde, auf einer compakten Juraschichte, der übrige Theil des Ortes liegt auf einem Kalk- und Kiesgerölle, welches aber durch dazwischenlagernde Thone und Mergel zu einer compakten Masse zusammengefügt ist.

10. Datthausen a.d. Donau O.-A. Riedlingen mit Jurakalk und Diluviallehm.

11. Nach Riedlingen und zwar in das dortige Bürgerhospital wurde ein schwerer Fall aus Munderkingen eingeschleppt. Das Hospital liegt auf einer mächtigen Lehmschichte und unter dieser Jurakalk.

12. Mergelstetten O.-A. Heidenheim. Die Umgebung liegt auf dem Jura mit Plattenkalk und Korallen. Mergelstetten selbst liegt auf beiden Seiten der Brenz. Die Sohle dieses Thales besteht aus festem Alluvialgrund (Lehm, Kies und Sand). Nach dem unteren Brenzthal mit sumpfigem Moorgrund wurde die Krankheit nicht verschleppt.

Gehen wir nun über zu denjenigen Orten, welche im Jahre 1854 der Schauplatz kleinerer und grösserer Choleraepidemien geworden sind und beginnen wir mit

1. Oberdorf und Baldern O.-A. Neresheim. Beide Orte liegen in der sumpfigen Riesebene. Der Boden besteht aus sandigen Zersetzungen des braunen Jura, aus Schlamm und Mooren. Oberdorf liegt in einer Mulde, Baldern liegt dagegen höher, zum Theil abschüssig, nur einzelne Häuser liegen in muldenförmigen Vertiefungen.

2. Zwiefalten und Zwiefaltendorf. Beide Orte liegen an der Aach. Der Boden der Thalsohle besteht aus Süsswasserkalk neuester Formation (Kalktuffe), welcher dem Wasser das Durchsickern in die Tiefe ausserordentlich leicht gestattet. An vielen Stellen ist der Süsswasserkalk in grobkörnigen Sand zerfallen. Unter dem Süsswasserkalk ist älterer Kalktuffstein. Ueber dem Süsswasserkalk liegt Moor- und Schlammgrund. Zwiefalten selbst liegt in einem engen, von hohen der Jurakalkformation angehörenden Bergen umgebenen, ungewöhnlich wasserreichen und nur gegen Südosten dem freien Luftzutritte geöffneten Thale. Dieselbe Formation haben die schon erwähnten Aachthalorte.

3. Munderkingen a. d. Donau. Die Beschreibungen und Mittheilungen über die Choleraepidemie an diesem Orte sind zwar sehr lückenhaft, allein auch aus den sehr rudimentären Berichten lässt sich der Schluss ziehen, dass die Cholera mehrere Wochen in ziemlicher Ausbreitung den Ort ergriffen hatte und zwar insbesondere die unteren an der Donau gelegenen Stadttheile. Gerade diese Theile der Stadt liegen auf lockerem Donaugeschiebe, während die höher gelegenen Theile der Stadt (Strasse gegen Hausen zu u. s. w.) auf dichtem Lehmboden stehen.

4. Ersingen a. d. Donau. Der Ort liegt auf Donaugeschiebe mit Moor- und Schlammgrund. Dagegen hat Walpertshofen einen festen thonigen Untergrund.

5. Cannstatt am Neckar. Die Stadt liegt auf Neckargerölle, welches jedoch meistens von einer 8 — 10′ mächtigen mit Mergelkugeln durchsetzten Lehmschichte bedeckt ist. Damit mag es in Zusammenhang stehen, dass die Cholera nur in einzelnen kleineren Herden hier auftrat (19 Erkrankungen in 8 Häusern). Die Häuser hatten alle das gemein, dass sie tief liegen und jauchigen Untergrund haben. Die angeführte geologische Beschreibung gilt für die

eigentliche und ursprüngliche Stadt Cannstatt am rechten Neckarufer. Dagegen stehen die neuen Häuser am linken Neckarufer auf Süsswasserkalk und Diluviallehm.

6. Ulm a. d. Donau. Die Stadt liegt im Allgemeinen auf Donaugerölle; sie liegt nicht eben, sondern fällt gegen die Donau hin ziemlich stark ab. Im Allgemeinen besteht der Untergrund aus Kies und Tuffsand, welchen jedoch in verschiedenen Theilen der Stadt Lehm in sehr wechselnder Menge beigemengt ist. So kommt es, dass die Bodendurchlässigkeit an verschiedenen Stellen der Stadt ausserordentlich wechselt. Tellurische Detailuntersuchungen fehlen bis jetzt vollständig; jedenfalls würden sie zu interessanten Ergebnissen führen, besonders wenn sie mit Rücksicht auf das Vorkommen des Typhus und der Cholera des Jahres 1854 vorgenommen würden.

III. Das Jahr 1866.

Utzmemmingen. Der Ort gehört zu der mit Schlamm und alten Mooren gefüllten Riesebene. Es sind die Zersetzungen des Süsswasserkalks, sodann des weissen, weniger des braunen Jura's mit massenhaften Schlammablagerungen in Folge häufiger Ueberschwemmungen. Die Häuser, in welchen die Choleraherde sich bildeten, liegen auf angeschwemmter Erde, unter welcher eine lockere Geröllschichte liegt. Letztere ruht in der Tiefe von einigen Metern auf felsigem Grunde. Isolirt blieben dagegen die Erkrankungsfälle in denjenigen Häusern des Ortes, wo das lockere Gerölle von einer 2—3 Meter mächtigen Lehmschichte gedeckt ist; gar keine Fälle kamen in denjenigen Häusern des Ortes vor, welche am Abhange gegen den Rohrbach hin liegen und felsigen Untergrund haben. Verhältnissmässig grosse Verbreitung fand die Krankheit im Weiler, wo die Häuser in einer muldenförmigen Vertiefung stehen und die Sohle der Mulde durch eine alte mit feinem Gerölle gemischte Schlammschichte gebildet wird. Unter den 14 Häusern am Westabhange des Riegelbergs — also in einer stark abschüssigen Lage — kam dagegen nur Eine Erkrankung leichten Grades vor, obwohl der Untergrund aus halb verwitterten lockeren Gesteinen des weissen Jurakalkes besteht.

IV. Das Jahr 1873.

1. Heilbronn. Die Höhenzüge des Keupers ziehen bis in die Nähe der Stadt hin. Oberhalb der Stadt beginnt dann das Muschelkalkflachland. Ueber dem Muschelkalk breitet sich die in Heilbronn sehr mächtige Lettenkohle aus. Ueber letztere liegt Diluviallehm. Dies ist die Formation des oberen Theiles der Stadt. Die Cholera suchte aber zu ihrer Niederlassung den unteren am rechten Neckarufer gelegenen Stadttheil aus, dessen Untergrund aus lockerem Neckargerölle mit Alluvium besteht. Der Boden ist hier wie schon erwähnt mit Jauche imprägnirt. Der eine und andere Cholerafall wurde in die obere Stadt verschleppt, ohne dass dort sich Choleranester bildeten. Weitere Fälle wurden nach auswärtigen Orten verschleppt; mit Ausnahme von Frankenbach blieb die Cholera jedoch überall isolirt, so in den Orten:

a) Böckingen mit festem sandigen Lehmboden.
b) Untereisesheim und Neckargartach mit derselben Bodenbeschaffenheit. Nur der unmittelbar an den Neckar angränzende Theil von Neckargartach liegt auf Gerölle; dahin wurde kein Fall verschleppt.
c) Thalheim mit Muschelkalk und Diluviallehm.
d) Oedheim O.-A. Neckarsulm mit mächtigem Lehmboden auf Kochergeschiebe.
e) Oehringen. Der Ort liegt theils in der Oehrnthalebene, theils an einem Abhange gegen das Oehrnthal hin, am Fusse der Ausläufer des Mainhardter Waldes. Er liegt auf keiner geologischen Schichte, sondern auf einem mächtigen Lehmfelde.
f) Eschenau O.-A. Weinsberg. Topographisch betrachtet liegt es an einer sanften Anhöhe, welche sich gegen das Sulmthälchen herabzieht. Der Boden ist tiefgründiger Diluviallehm, welcher auf Keuperwerkstein ruht; unter letzterem liegt Keupermergel.

Dagegen gewann die Cholera eine epidemische Ausbreitung

2. in Frankenbach O.-A. Heilbronn. Das Dorf liegt am Leinbach (auch Gartach genannt). Durch den Ort selbst fliesst der

Rothbach (früher Frankenbach genannt), welcher von Kirchhausen herkommt und bei Frankenbach in die Gartach einmündet. Der Grund und Boden des Ortes ist an verschiedenen Stellen sehr verschieden. Das zuerst befallene Haus liegt auf lockerem steinigten Grunde, welcher von jauchigen Stoffen durchsetzt ist (grosse Unreinlichkeit im Hause selbst, schlechte Aborte). Ausser diesem Hause trat die Cholera am heftigsten auf in den am Leinbach gelegenen Häusern, deren Untergrund aus den lockeren Anschwemmungen des Baches besteht, und in weiterer Linie in den Häusern in der Nähe des Rothbaches mit denselben Untergrundsverhältnissen. Auffallend war die Intensität, mit welcher die Cholera in einem ganz neugebauten Hause des Leinbachthales auftrat. Ganz dasselbe wurde auch in Utzmemmingen beobachtet. Mehrere der befallenen Häuser in Frankenbach liegen in muldenförmigen Vertiefungen. Dagegen blieb die Krankheit im oberen Dorfe trotz mehrfacher Einschleppungen isolirt. Der Untergrund der dortigen Häuser besteht aus sandigem Lehmboden. Typhus kommt in dem Orte ziemlich häufig vor, auch während der Choleraepidemie waren in 2 cholerafreien Häusern Typhuskranke. In den Dreissigerjahren war der Ort von einer Ruhrepidemie mit 37 Todesfällen heimgesucht.

Werfen wir nun noch einen Rückblick auf die gesammten tellurischen Verhältnisse und ihre Beziehungen zu der Entstehung und Ausbreitung der Cholera. Die aus diesen Betrachtungen sich ergebenden allgemeinen Gesichtspunkte lassen sich in folgender Weise zusammenfassen:

1. Choleraepidemien traten in denjenigen Orten auf, deren Untergrund bestand entweder

a) aus leichtem Bergschutt mit Alluvium und einer darunterliegenden undurchlässigen Schichte von schwerem Bergschutt und Thonmergeln (Epidemie im Jaxtthale 1849), oder

b) auf Moor- und Schlammgrund mit Geröllen und Sandgeschieben oder darunterliegenden Kalktuffen, so in Ensingen, Vaihingen, Güglingen, Oberdorf, Baldern, Ersingen, Zwiefalten, Zwiefaltendorf, Utzmemmingen, oder

c) auf lockerem Flussgerölle, z. B. Cannstatt, Ulm, Heilbronn (untere Stadt), Frankenbach (unteres Dorf).

Diesen sämmtlichen Formen der Untergrundsformation kommt Eine gemeinschaftliche physikalische Eigenschaft zu, die leichte Durchlässigkeit für Wasser. Die Porosität des Bodens gestattet nicht bloss ein leichtes und rasches Eindringen der atmosphärischen Niederschläge, sondern auch der Luft, insbesondere auch der warmen Luft. Luft, Feuchtigkeit und Wärme sind aber die Faktoren, unter welchen die Fäulniss- und Zersetzungsvorgänge sich rasch entwickeln. Diese Processe treten in einem mit organischen Substanzen imprägnirten Boden dann mit grosser Lebhaftigkeit ein, wenn auf das zuvor durch atmosphärische Niederschläge durchfeuchtete Erdreich plötzlich Luft und Wärme einwirken. Dazu kommt noch, dass im lockeren Boden die Diffusionsbeziehungen zwischen atmosphärischer Luft und Bodengasen viel rascher und intensiver sich vollziehen, als in compakten Erdschichten. Ganz allgemein ausgedrückt war also nach den bis jetzt in Württemberg gemachten Erfahrungen derjenige Boden für die Weiterentwicklung der Cholerakeime am fruchtbarsten, welcher die physikalischen Vorbedingungen für das Zustandekommen von Fäulnissprocessen in der umfassendsten Weise darbot und welcher ausserdem vermöge seiner Porosität die lebhaftesten Wechselbeziehungen zwischen atmosphärischer und tellurischer Luft gestattet. — Gerade entgegengesetzt bezüglich des physikalischen Verhaltens waren dagegen diejenigen Bodenarten, auf welchen erfahrungsgemäss bis jetzt in Württemberg die Cholerakeime sich nicht fortentwickeln konnten. In diese Kategorie gehört:

1. der Stubensand (undurchlässiger feinkörniger Keupersandstein), z. B. die Orte Finsterroth, Jettenbach, Vaihingen (oberer Ort), Gmünd, Hellmannshofen;

2. harter Jurakalk, mit oder ohne Lehmdeckung, z. B. die Orte im Lauterthal, die am Alpabhang gelegenen Filialorte Zwiefalten, Riedlingen, Datthausen, Spaichingen, Hofen.

3. Lehm- oder schwerer Mergelboden, z. B. Stuttgart, Ludwigsburg, Murr, Böckingen, Untereisesheim, Neckargartach, Oehringen, Eschenau.

Der Untergrund all' dieser Orte stimmt bezüglich seiner physikalischen Eigenschaften darin überein, dass er für Wasser schwer

oder ganz undurchlässig ist, dass er die Luft und insbesondere auch die warme Luft vermöge seiner Compaktheit in viel geringerer Menge in sich vordringen lässt, als ein poröser Körper. Fäulnissprocesse gehen in diesem Boden weit langsamer vor sich, als im lockeren Erdreich. Die physikalischen Vorgänge der Gasdiffusion sind träge und beschränkt. Aus denselben physikalischen Gesetzen ergeben sich auch Anhaltspunkte für eine wissenschaftliche Erklärung der in Utzmemmingen und Frankenbach gemachten Beobachtung, dass die Cholera in neugebauten Häusern mit besonderer Heftigkeit sich eingebürgert hat. Der Untergrund neugebauter Häuser ist in Folge der dem Baue vorangehenden Aufgrabungen anfänglich gelockert, erst mit der Zeit, wenn das Haus vermöge seiner Schwere sich gesetzt hat, wird das Erdreich fester und compakter. Die topographische Betrachtung der einzelnen Orte ergibt ausserdem noch mehrere bemerkenswerthe Thatsachen bezüglich der Choleraverbreitung. Die Lage eines Ortes und die Richtung der Schichten im Verhältniss zur horizontalen Ebene zeigte stets einen unverkennbaren Einfluss auf das Verhalten der Cholera. Am intensivsten trat die Krankheit da auf, wo neben den übrigen prädisponirenden Bedingungen ein Ort oder ein einzelnes Haus auf einem muldenförmig vertieften Terrain steht. Auf die absolute Höhenlage über dem Meeresspiegel kam es dabei nicht an. Auch in hochgelegenen Orten, z. B. solchen, welche auf der sattelförmigen Verbindung zweier Höhenzüge gelegen sind, konnte es zur Entstehung von Choleraepidemien kommen, während auf der anderen Seite viel tiefer gelegene Orte, z. B. solche, welche am Fusse eines Berges, aber auf abschüssigem Terrain gelegen sind, verschont blieben. Wollte man daher die einzelnen Orte nach der Intensität, mit welcher sie von der Cholera befallen wurden, klassificiren, so müsste man nachstehende Reihenfolge wählen: am intensivsten war die Krankheit in denjenigen Ortschaften und Lagen einzelner Häusergruppen, deren Untergrund porös und muldenförmig vertieft ist; in zweiter Reihe kommen Orte mit porösem Boden und ebener Lage; dann folgen die Orte mit durchlässigem Untergrund, aber abschüssiger Lage. Will man die tellurischen Verhältnisse eines Ortes feststellen, um sie in causalen Zusammenhang mit dem Auftreten der Cholera zu

bringen, dann darf man sich nicht mit der Feststellung der allgemeinen geologischen Formation begnügen, sondern es müssen die einzelnen Lagen des Ortes und jedes einzelne Haus speciell geprüft werden. So stehen z. B. in Cannstatt verschiedene Häuser auf lockerem Geschiebe, während andere Theile der Stadt durch eine 2 — 3 Meter mächtige Lehmschichte vom Gerölle geschieden sind. Auch ein auf Schwemmland liegender Ort kann einen compakten Untergrund haben, wenn die lockeren Gerölltheile durch Mergel und Lehm zu einer festen Erdschichte zusammengekittet werden, wie dies z. B. in Dettingen der Fall ist. Auch Stuttgart hat neben seinem compakten Lehm- und Mergelboden ein paar wunde Flecke, die, wenn sie von den Cholerakeimen getroffen würden, die Lehre von der Immunität Stuttgarts empfindlich berühren würden.

B. Atmosphärische Verhältnisse.

I. Das Jahr 1849.

Die ersten 3 Monate des Jahres waren mild, dagegen April und Mai gegenüber anderen Jahren etwas kühl, sehr reich an meteorischen Niederschlägen bei niederem Barometerstand. Da auf einmal wird es am 27. Mai heiss bis Mitte Juni; die übrige Zeit des Juni war warm, doch nicht übermässig heiss. Juli sehr warm, hie und da sehr. heisse Tage; August und September warm, aber nicht heiss. Nachdem bis zum 27. Mai bei niederem und mittlerem Barometerstand durch häufige und ausgiebige Regengüsse der Boden stark durchfeuchtet war, wurde er in Folge der heissen Tage rasch getrocknet und blieb in Folge der sehr geringen meteorischen Niederschläge von Juni bis Ende September trocken. Die Barometerstände waren von Anfang Juni bis Ende September ziemlich anhaltend hoch. Schon Ende Mai traten in Württemberg allenthalben förmliche Epidemien von Magen- und Darmcatarrhen, von Brechruhr bei Jung und Alt auf und in Sindeldorf O.-A. Künzelsau am 13. Juni die asiatische Cholera. Als Ende Juli mehrere Tage lang reichlicher Regen fiel und der Barometerstand bedeutend niederer geworden war, verliess zu derselben Zeit die Cholera das zuerst befallene Jaxtthal. Die im August wieder eintretende Trocken-

heit und die mässig warme Lufttemperatur bei anhaltend hohem Barometerstand war dagegen von dem Ausbruch der Choleraepidemie in Vaihingen a. d. Enz und Umgebung (Enzthal) begleitet, von wo aus auch Verschleppungen nach Finsterroth und Jettenbach stattfanden. Mit Ende September, als die Nächte sehr kühl und auch die Tagestemperatur unter das Mittel sank, als häufiger Regen und starke barometerische Schwankungen nach unten eintraten, schloss das Auftreten der Epidemie in Württemberg ab, ebenso wie die vielen Magen- und Darmcatarrhe in anderen cholerafreien Gegenden des Landes.

II. Das Jahr 1854.

Kalter Winter, kühler Frühling, ziemlich viele meteorische Niederschläge im Mai und Juni; letzterer Monat warm aber nicht heiss, ebenso Juli, welcher noch reicher an meteorischen Niederschlägen war. Im Mai, Juni und Juli niedere Barometerstände. August in der ersten Hälfte warmer Regen, etwas niederer Barometerstand; von der Mitte an aber sehr warm, trocken und Steigen des Barometers. Mit letzteren Erscheinungen fällt der Ausbruch der Cholera zusammen. Ihre Akme erreichte die Krankheit in dem warmen, ausserordentlich regenarmen September mit anhaltend über dem Mittel stehenden Barometerständen. Bis zum 20. Oktober, welche Zeit meteorologisch gekennzeichnet ist durch anhaltende Wärme, Trockenheit und hohen Barometerstand, breitete sich die Cholera in ziemlich hohem Grade aus, während das Ende des Oktobers mit seinen Frosttagen, reichlichen Regenniederschlägen und Sinken der Quecksilbersäule eine rasche Abnahme der Cholera mit sich brachte. Im November mit vielen Frosttagen, reichlichen meteorischen Niederschlägen und niederen Barometerständen zeigen sich nur noch ganz zerstreute Ausläufer der Krankheit, der letzte am 21. — Die Mitte des August brachte ausser der Cholera in den meisten Gegenden Württembergs zahlreiche Magen- und Darmcatarrhe und Brechruhrfälle.

III. Das Jahr 1866.

Winter mild, Mai rauh und feucht, Juni warm, häufiger Regen, Anfangs hoher, gegen Ende niederer Barometerstand. Juli warm, sehr nass bei niederem Barometerstand. August kühl, sehr be-

deutende meteorische Niederschläge, niederer Barometerstand; dagegen bringt das Ende des Monats plötzlich warme Tage, hohen Barometerstand und wenig Regen. Ebenso ist der meteorologische Charakter des September. Am 27. August brach in Utzmemmingen die Cholera aus und erreichte ihre Akme im September. Im Oktober setzte die Epidemie noch fort, verlor aber mit dem Eintreten der Frosttage und starken meteorischen Niederschlägen bei niederem Barometerstand immer mehr an Ausdehnung und endete am 2. November. Nur in die nächste Umgebung von Utzmemmingen wurde die Krankheit verschleppt, das ganze übrige Württemberg blieb vollständig verschont. Magen- und Darmcatarrhe ebenso wie die Bruchruhr traten in den Sommer- und Herbstmonaten nur sehr spärlich auf.

IV. Das Jahr 1873.

Anfang des Jahres mild, wenig Regen. Mai rauh und regnerisch. Juni und Juli heiss, beträchtliche meteorische Niederschläge, starke Barometerschwankungen (im Allgemeinen hoch). August warm, anfangs häufiger, aber nicht ergiebiger Regen, anfangs hoher, am 23. und 24. sinkender Barometer, am 25. Mittag plötzliches Steigen, ebenso am 27. und 28. September im Allgemeinen hoher Barometerstand, im Ganzen nicht heiss, wenig Regen. Höchste Barometerstände am 22. und 25. Mittags. Anfangs Oktober warm, wenig Regen, dann aber rasche Abnahme der Temperatur, Fall des Barometers und häufiger Regen. November kalt, viel Regen, tiefer Barometerstand. Die Cholera brach in Heilbronn am 26. August aus, ihre Hauptverbreitung hatte sie bis zum 16. September (auf diesen Tag fällt auch das Barometerminimum), dann nahm sie allmählich ab, nur der 22. und 25. September brachten plötzlich wieder mehr Erkrankungsfälle. Mit dem 25. Oktober (24. und 25. Oktober haben das Barometerminimum) schloss die Epidemie. In dem benachbarten Frankenbach brach die Epidemie am 9. September aus (vom 8.—9. plötzliches Barometersteigen) und fand ihre Hauptverbreitung in dem trockenen, mässig warmen September mit seinen über dem Mittel sich erhebenden Barometerständen. Besonders intensiv war die Verbreitung vom 20. September bis

3. Oktober (anhaltend hoher Barometerstand). Bis zum 11. Oktober (Sinken der Quecksilbersäule) trat eine Pause ein, dann kamen wieder mehrere Erkrankungsfälle, bis am 21. Oktober die Epidemie definitiv abschloss. Vom 20. an sehr niedere Barometerstände, am 24. das Barometerminimum. — In Heilbronn und seiner Umgebung wurden ebenso wie in anderen Gegenden Württembergs vor Ausbruch und während des Bestehens der Epidemie zahlreiche Magen- und Darmcatarrhe, sowie Brechruhrfälle beobachtet.

Wenn wir nun die angeführten meteorologischen Beobachtungen aus den 4 Epidemiejahren mit einander vergleichen, so finden wir in den Jahren 1849, 1866 und 1873 das Vorhandensein einer milden Lufttemperatur in den ersten 3 Monaten des Jahres, während dagegen die Regenmenge und die Barometerstände in den einzelnen Jahren und den drei ersten Monaten derselben äusserst wechselnd sind. Dagegen ist der April, der mit Ausnahme des Jahres 1849 in sämmtlichen Epidemiejahren mild war, in allen 4 Jahren durch beträchtliche meteorische Niederschläge und niedere oder mittlere Barometerstände ausgezeichnet. Ferner war der Mai in allen 4 Jahren durchgehends kühl, reich an Regen, der Barometerstand ein mittlerer oder niederer. Von Juni an ist nun eine bedeutende Differenz der einzelnen Jahre zu constatiren. Im Jahre 1849 folgten auf den sehr nassen Mai warme, selbst heisse Monate (bis Oktober) mit Trockenheit und gleichmässig hohen Barometerständen. In diese Zeit fällt die Choleraepidemie des Jahres 1849, welche mit dem Eintreten von Frosttagen, von reichlichen Regenfällen und sinkendem Barometerstand ihr Ende nahm. Dagegen waren im Jahre 1854 Juni, Juli und die erste Zeit des August warm, aber nicht heiss, im Allgemeinen feucht bei mittleren und niederen Barometerständen. Nun folgt eine warme, trockene Zeit, in welcher die Quecksilbersäule anhaltend bald mehr bald weniger über dem Mittel stand. Damit fällt das Auftreten und die epidemische Verbreitung der Cholera zusammen. Mit der Aenderung dieser meteorologischen Erscheinungen nimmt die Epidemie ab und erlischt im November. Im Jahre 1866 ist der Monat Juni, Juli und der grössere Theil des August durch mässig warme Tage, durch reiche Regengüsse und niedere Barometerstände ausgezeichnet. Mit Ende

August beginnt eine warme, aber nicht heisse Zeit mit sehr wenig Regen und hohen Barometerständen. In diese Periode fällt die diesjährige Choleraepidemie. Im Jahre 1873 waren Juli und August heiss; der Juli sehr nass, der August hatte häufigen, aber nicht besonders ergiebigen Regenfall. September und Oktober bis in die Mitte hinein warm, wenig Regen, über dem Mittel stehende Barometerstände. In diese Zeit fallen die Choleraepidemien von Heilbronn und Frankenbach.

Sämmtliche Epidemiejahre haben also das gemeinschaftlich, dass die Cholera dann auftrat, wenn nach heissen oder mässig warmen Monaten mit bedeutenden atmosphärischen Niederschlägen und niederen oder mittleren Barometerständen eine heisse oder mässig warme Zeit mit sehr wenig Regen und anhaltend über das Mittel sich erhebenden Barometerständen folgte. Die geringste Ausdehnung hatte die Epidemie vom Jahre 1866, wo noch der August im Gegensatz zu den übrigen drei Epidemiejahren kühl und sehr reich an Regenniederschlägen war.

Was nun die Grundwasserverhältnisse anlangt, so ist den Berichten aus den Jahren 1849 und 1854 zu entnehmen, dass in der Zeit vor der Epidemie in Folge starker Regengüsse die nächsten Bäche und Flüsse stark anschwollen, dass der Boden sehr durchfeuchtet war, dass an mehreren der nachher von Cholera heimgesuchten Orte das Grundwasser in die Keller und selbst in die Souterrainwohnungen eindrang. Mit dem Nachlass der atmosphärischen Niederschläge und dem Eintritt anhaltend warmer, zum Theil heisser Tage habe der Wasserstand in Bächen und Flüssen sehr rasch abgenommen und sei ungewöhnlich nieder geworden, das Wasser in den Kellern sei rasch zurückgetreten. Keller, welche sonst immer nass gewesen seien, seien auffallend trocken geworden, das Wasser in der Bodenoberfläche sei verschwunden, der Boden sei trocken und rissig geworden, stehende Gewässer wie Sümpfe seien verschwunden. Im Jahre 1866 wurden in Utzmemmingen und im Jahre 1873 wurden in Heilbronn und Frankenbach direkte Grundwassermessungen gemacht. In allen diesen Orten hatten die Flüsse und Bäche entsprechend der geringen Regenmenge während

der Cholerazeit einen sehr niederen Wasserstand; auch in den Brunnen stand das Wasser nieder. Der Stand des Grundwassers blieb aber zur Zeit der Epidemie ziemlich gleich, die Schwankungen waren ganz unbedeutend, dagegen trat gegen Ende der Epidemie ein Steigen des Grundwassers ein, welches noch auffälliger wurde, als häufigere und ergiebigere meteorische Niederschläge auftraten. Wir können daher dem oben angeführten Resumésatze noch die weitere Thatsche beifügen, dass während der Cholerazeit neben den angegebenen meteorologischen Phänomenen auch ein Tiefstand des Grundwasserspiegels einherging, und dass das allmähliche Erlöschen der Epidemie von einem Steigen des Grundwasserstandes begleitet war. — Damit sind wir freilich noch lange nicht in das dunkle Wesen der Cholera und ihrer geheimnissvollen Entstehung eingedrungen; wir können nur die Fakta anführen, welche die meteorologischen Beobachtungen in sämmtlichen Choleraepidemien Württembergs in übereinstimmender Weise ergeben haben. Ob sie direkte causale Beziehungen haben zur Choleraentstehung oder ob sie nur den Werth prädisponirender Momente haben, darüber lässt sich viel discutiren. Die Thatsache, dass bei allen diesen Epidemien der ganze Complex der angeführten meteorologischen Phänomene vorhanden war und dass das Erlöschen der Epidemien mit der Aenderung dieser Phänomene zeitlich zusammen fiel, lässt jedenfalls auf nahe Beziehungen derselben zur Choleraentstehung schliessen. Was in specie die Luftdruckverhältnisse anlangt, so ist es auffallend, dass dieselben in der Epidemiologie bis vor kurzer Zeit im Allgemeinen wenig gewürdigt wurden. In jüngster Zeit hat sich Adolf Vogt [1]) bemüht, die Luftdruckverhältnisse in ihrem Einflusse auf Typhusentstehung zu prüfen. Seine Untersuchungen führten vorläufig zu der Wahrnehmung, dass der Ausbruch mehrerer von ihm untersuchter Epidemien von einem erheblichen Sinken der Barometersäule zeitlich begleitet war. Für die Bodengastheorie erscheint dieser Satz beim ersten Anblick ausserordentlich verlockend. Mit plötzlichem Sinken des Barometers beginnt die Epidemie, mit andern

1) Trinkwasser oder Bodengase von Dr. A. Vogt. Basel 1874.

Worten: Mit Abnahme des Luftdrucks nimmt die Emanation der Bodengase zu. Bezüglich der Cholera ergeben jedoch die Untersuchungen über die Epidemien Württembergs abweichende Resultate. Diese Epidemien waren von einem anhaltend über dem Mittel sich erhebenden Barometerstande begleitet. Die Erhebungen der Quecksilbersäule über das Mittel waren oft sehr beträchtlich. Plötzliche Exacerbationen der anscheinend erloschenen Krankheit fielen z. B. in Heilbronn und Frankenbach mit einer gewissen Regelmässigkeit mit plötzlichen Barometersteigerungen zeitlich zusammen. Während sämmtlicher Epidemien war also im Gegensatze zu der der Cholera vorangegangenen Zeit eine Vermehrung des Luftdrucks zu constatiren. Bedeutende Abweichungen der Quecksilbersäule nach unten, welche mehrmals während der Epidemien eintraten, waren gewöhnlich von einer mehrtägigen Pause der Krankheit selbst begleitet. Die Vermehrung des Luftdruckes, welche während der Dauer der einzelnen Epidemien vorherrschend war, scheint beim ersten Anblicke beschränkend und hemmend auf die Emanation der Bodengase einzuwirken. Betrachten wir jedoch auch die anderweitigen meteorologischen und tellurischen Verhältnisse in ihrer zeitlichen Coincidenz. Das Steigen und der Hochstand des Barometers während der Epidemiezeit war von einem Sinken, beziehungsweise einem anhaltenden Tiefstand des Grundwassers begleitet. Zwischen Barometer und Grundwasserstand herrschte also ein umgekehrter Parallelismus. Dieses umgekehrte Verhalten ist nach den Untersuchungen von Nowak[1]) ein ziemlich regelmässiges und diese Regelmässigkeit spricht jedenfalls für einen inneren Zusammenhang dieser beiden Erscheinungen, obwohl dieser Zusammenhang nicht in der Weise stattfindet, dass etwa die Grundwasserschwankungen von den Veränderungen im Luftdrucke abhängig wären; letzteres erscheint nach mehrfachen Untersuchungen ebenso unwahrscheinlich als die Beeinflussung der Grundwasserschwankungen von den atmosphärischen Niederschlägen. Betrachten wir nun die Folgen des umgekehrten Parallelismus etwas näher.

1) Ueber das Verhältniss der Grundwasserschwankungen zu den Schwankungen des Luftdruckes und zu den atmosphärischen Niederschlägen von Dr. Nowak. Prag 1874.

Wenn das Grundwasser sinkt, dann bekommen die Bodengase eine grössere Fläche zu ihrer Verbreitung und damit nimmt ihre Condensation ab. Während des Sinkens und Tiefstandes des Grundwasserspiegels besteht zugleich eine Vermehrung des Luftdruckes (der Barometer steigt); je geringer nun die Spannung der Gase im Erdreich ist, mit desto grösserer Vehemenz drängt sich die unter einem erhöhten Drucke befindliche atmosphärische Luft in das lockere Erdreich hinein und die verdrängten Bodengase treten an die Oberfläche. Durch die Differenz in den Druckverhältnissen der atmosphärischen Luft und der Grundluft [1]) entsteht die lebhafteste Diffusionsbewegung. Dieser nach einfachen physikalischen Gesetzen konstruirte theoretische Satz findet seine praktische Bestätigung in einer Beobachtung, welche im Juli vorigen Jahres bei Anlass einer kleinen Typhusepidemie in Stuttgart zu machen war. Wie die nachherige Untersuchung herausstellte, hatten mehrere schadhaft gewordene Dohlen ihren Inhalt in das umgebende Erdreich austreten lassen, wozu noch ein weiterer Zuschuss von Seite mangelhafter Senkgruben hinzutrat. So lange der Boden durchfeuchtet war und die Quecksilbersäule unter dem Mittel sich bewegte, war durch den Geruchsinn die faulige Imprägnation des. Bodens in keiner Weise wahrzunehmen. Auf einmal trat grosse Trockenheit mit Steigen des Barometers ein. Mit dem Eintritt dieser metereologischen Veränderungen wurden nun plötzlich in mehreren, dem Fäulnissherde zunächst gelegenen Häusern die putriden Gase durch den Geruchsinn wahrgenommen und unmittelbar hierauf entwickelten sich kleine Hausepidemien. Dieser Vorgang spielte in einem neu angelegten Stadttheile Stuttgarts. Die Fäulnissgase suchten sich hauptsächlich dahin zu drängen, wo der geringste Widerstand war und das war der gelockerte Boden der neugebauten Häuser, in welchen die damalige Typhusepidemie auftrat. Bei geringem Luftdrucke und tiefem Grundwasserstande — eine Erscheinung, welche nach den Untersuchungen Nowak's zu einer Ausnahme von der

1) Direkte Untersuchungen über die gegenseitigen Druckverhältnisse von atmosphärischer Luft und Grundluft hoffe ich in der nächsten Zeit vornehmen zu können; dieselben werden nach einer längeren Untersuchungsfrist nebst der einfachsten Methode dieser Untersuchungen veröffentlicht werden.

Regel gehört — sind die Spannungsverhältnisse zwischen atmosphärischer Luft und Grundluft von weit geringerer Differenz, daher auch der physikalische Vorgang der Diffusion ein langsamerer und träger. Die Differenz der einzelnen Choleraorte Württembergs bezüglich ihrer Erhebung über dem Meeresspiegel lässt zwar keinen Anhaltspunkt dafür finden, dass die Cholera nur niedergelegene Orte befällt und höher gelegene verschont; diese Differenzen sind in Württemberg zu gering. Bei sehr bedeutenden Erhebungen über dem Meeresspiegel scheint dagegen mit seltenen Ausnahme die Entwicklungsfähigkeit der Cholerakeime abzunehmen. Vielleicht lässt sich diese Erscheinung in genetischen Zusammenhang mit den oben erwähnten meteorologischen und physikalischen Thatsachen bringen.

Ich habe nun auch die übrigen Jahre von 1850—1875, in welchen bei uns in Württemberg keine Cholera aufgetreten ist, nach ihrem meteorologischen Charakter zusammengestellt, aber einen so scharf ausgesprochenen meteorologischen Symptomenkomplex nur in den allerwenigsten c h o l e r a f r e i e n Jahren nachweisen können, so im Jahre 1852 und 1865. Warum ist die Cholera in diesen Jahren nicht aufgetreten, obgleich die atmosphärischen und tellurischen Vorbedingungen vorhanden waren?

Ich glaube desshalb, weil die specifischen Cholerakeime fehlten. Im Jahre 1866 trat die Cholera nur in Utzmemmingen auf, die übrigen Gebietstheile Württembergs blieben verschont, trotzdem es Orte genug in Württemberg gibt, welche dieselbe örtliche, zeitliche und individuelle Disposition hatten. In Utzmemmingen trat die Krankheit auf, weil die Keime durch die cholerakranke Frau aus Böhmen eingeschleppt wurden; wären sie nicht eingeschleppt worden, so wäre der Ort — ich glaube, wir dürfen dieses annehmen — verschont geblieben. Was überhaupt die Frage über die Möglichkeit autochthoner Entstehung der Cholera anlangt, so sprechen die in Württemberg gemachten Beobachtungen mehr gegen diese Möglichkeit, trotzdem man in mehreren, von Cholera befallenen Orten von einer Einschleppung nichts wissen will, so insbesondere in Heilbronn, sodann bei der Epidemie im Aach- und Lautergebiet (Zwiefalten). Die Cholera in Heilbronn brach zu einer Zeit aus, als die Krankheit in München und Wien bereits grössere Dimensionen

angenommen hatte, zu einer Zeit, wo Wien wegen seiner Weltausstellung massenhaft von Fremden, insbesondere von Handelsleuten, besucht wurde. Auch von Heilbronn aus, einem der ersten Handelsplätze Schwabens, wurde Wien vielfach besucht. Wie leicht möglich war in diesem Falle eine Einschleppung der Keime, sei es durch eine einfache Choleradiarrhöe oder durch Effekten? Von einem heilbronner Kaufmann wusste man, dass er mit Diarrhöe behaftet von Wien zurückkam, aber es war dies mehrere Wochen vor Ausbruch der Cholera in Heilbronn; als die Cholera ausbrach, hatte der Mann seine Cholerine schon längst verloren. Aber man berücksichtige, dass die vielen Diarrhöekranken, welche damals von Wien kamen, ihr Leiden ängstlich verheimlichten, dass sie es sogar vermieden, einen Arzt zu berathen, dass sie statt dessen ihre Choleratropfen weiter gebrauchten, welche ihnen in Wien mit auf den Weg gegeben wurden. Dies wurde mir z. B. auch in Stuttgart von mehreren Kaufleuten, aber erst ein Jahr nachher, zugestanden. Wäre in Stuttgart eine Choleraepidemie ausgebrochen und hätten die Betreffenden auch nur das geringste Schuldbewusstsein, die Keime importirt zu haben, in sich getragen, dann hätten sie dies freilich auch nach Verfluss von Jahren nicht zugestanden. Auch in Zwiefalten ist eine Einschleppung der Keime nicht nur möglich, sondern sogar sehr wahrscheinlich gewesen. Man bedenke, im Jahre 1854, als noch nicht viele Schienenwege Württemberg durchkreuzten, war Zwiefalten eine Hauptstation eines frequenten württembergischen Verkehrsweges. Dutzende von Fremden, insbesondere auch aus Bayern, kamen täglich mit dem Postwagen dorthin und nahmen während der Umspannung der Pferde und dem Wechsel der Wagen kurzes Absteigquartier. Ist es nicht wahrscheinlich, dass der eine oder andere Fremde aus einem inficirten Orte die Keime importirt hat? Dutzende von Zwischenstationen sind von der Krankheit verschont geblieben, dagegen Zwiefalten mit seinen für die Entwicklung der Cholera so günstigen Terrain- und Bodenverhältnissen wurde der Schauplatz einer Choleraepidemie. Mit der allmählichen Durchkreuzung Württembergs durch eine Reihe von Schienenwegen nahm der Verkehr in Zwiefalten von Jahr zu Jahr ab, wozu noch seine abgelegene Situation in einem engen Thalkessel

beitrug. Es verlor seine frühere Bedeutung als Knotenpunkt einer grossen Verkehrsstrasse und seit dieser Zeit ist es von Cholera verschont geblieben.

Anhangsweise sei hier noch

Die Choleraepidemie in der Irrenpflege-Anstalt Zwiefalten

eingeschaltet. Sie verdient besondere Erwähnung, da sie unter einem Kreise von Menschen auftrat, welche unter ganz gleichen Verhältnissen zusammenleben. Die Irrenanstalt liegt im Orte selbst, die einzelnen Häuser ziehen sich zu beiden Seiten der Anstalt hin, ohne sich jedoch derselben in belästigender Weise zu nähern. Die Anstalt theilt mit dem Orte Zwiefalten dieselbe Höhenlage und dieselben Untergrundverhältnisse: tiefe Humusschichte, lockerer, zum Theil in grobkörnigen Sand zerfallenen Süsswasserkalk und unter diesem Kalktuff. Sechs Tage, nachdem die Cholera im Orte ausgebrochen war, wurde der erste Choleraanfall in der Anstalt selbst beobachtet. Zwischen dem Orte und der Anstalt besteht ein ziemlich reger Verkehr, theils durch die Bediensteten der Anstalt, theils durch die Kranken selbst, denen die grösstmöglichste Freiheit geboten ist. Das Gebäude besteht aus vier dreistöckigen Flügeln, einer derselben hat als weiteren Stock eine Attika; in letzterer trat der erste Erkrankungsfall auf. Wohn- und Schlafräume sind in der Anstalt genau getrennt, alle Räume und Corridors sind vollständig trocken, ungewöhnlich hoch und geräumig. Die Zimmer sind nur auf einer Seite des Corridors; in letzterem herrscht bei der Menge der Fenster ein starker Luftwechsel. Besondere Ventilationseinrichtungen sind nicht vorhanden, die Heizung ist die gewöhnliche Ofen- und Holzheizung. Die Beleuchtung geschah damals durch einfache Oellampen. In der Anstalt sind eine Reihe kleinerer Schlafräume für 2—3, und 11 Schlafsäle für je 5—9 Kranke. Sämmtliche Abtritte und Küchensteine münden in einen starken und rasch fliessenden Kanal der Aach. Das Trink- und Nutzwasser wird aus drei laufenden Brunnen in der Anstalt selbst gewonnen, das Wasser ist sehr gut und in reichlichem Maasse vorhanden. Eine Veränderung seiner Qualität zur Cholerazeit wurde nicht wahrgenommen.

Der Kanal fliesst unter sämmtlichen Flügeln der Anstalt vorüber, eine Ansammlung und Stagnation der excrementitiellen Stoffe ist bei dem Wasserreichthum und starken Gefälle des Kanals kaum möglich. Sämmtliche Kranke sind in derselben Weise bekleidet, die Kleidung wird stets mit aller Vorsicht dem Klima und den Jahreszeiten angepasst. Alle Kranken haben dieselbe nach genauen ärztlichen Vorschriften zubereitete und stets controlirte Verköstigung. Ausser dem häufigen Wechsel von Bett- und Leibwäsche bekommen die Kranken häufige Vollbäder. Die Betten bestehen ausnahmslos aus guten Rosshaarmatrazen, ebenso die Kopfpolster. Dazu kommt noch eine Federdecke oder ein wollener Teppich. Unmittelbar nach dem Aufstehen werden die Schlafräume von den Kranken verlassen. Die Fenster bleiben den ganzen Tag über geöffnet. Der grösste Theil der männlichen Kranken arbeitet auf dem Felde oder im Garten, die nicht arbeitenden sind während des Sommers im Corridor oder im Garten. Ein anderer Theil der Kranken arbeitet in den Anstaltswerkstätten als Schuster, Schneider, Schreiner u. s. f. Wieder andere Kranke dürfen die Anstalt verlassen, um im Orte selbst bei irgend einem Bürger im Taglohn zu arbeiten. Sie verlassen Morgens die Anstalt und kehren Abends wieder zurück. — Zwei Tage nach dem ersten Choleraanfall trat ein zweiter auf und zwar zwei Stockwerke unter dem ersten, aber in demselben Flügel. Der zweit Erkrankte war mit dem ersten in gar keine Berührung gekommen, da das Zimmer des ersten sofort abgesperrt wurde. Nun erkrankte eine Frau an Cholera, welche in dem ganz entgegengesetzten Flügel wohnte und den zuerst inficirten Theil des Gebäudes niemals betreten hatte. Von nun an verbreitete sich die Krankheit ohne alle Regelmässigkeit in der ganzen Anstalt, bald wurde ein Kranker im Parterre des nordwestlichen, dann wieder ein Bewohner des zweiten oder dritten Stockwerkes im südöstlichen Flügel ergriffen, Alles bunt durcheinander. Nur die wenigsten Insassen des Hauses blieben verschont, die Glücklichsten kamen mit einer einfachen Choleradiarrhöe davon. Letzteres traf besonders zu bei den Bewohnern des gegen Abend und im Verhältniss zur übrigen Anstalt höher (leicht abschüssig) gelegenen Flügels. Auf die Verbreitung der Krankheit hatte die Art der Beschäftigung gar

keinen Einfluss. Die mit Oekonomiearbeiten Beschäftigten erkrankten geradeso, wie die Nichtarbeitenden. Die Mägde und Köchinnen, welche mit keinem Cholerakranken in direkten Verkehr kamen, wurden ebenso befallen wie die Krankenwärter. In dieser Beziehung war gar kein Unterschied wahrzunehmen. Die Kranken wurden isolirt, die Krankenzimmer fleissig gereinigt und gelüftet, es wurden Desinfektionen mit aromatischem Essig und Chlorkalk vorgenommen, trotzdem erkrankten die Pfleglinge der Anstalt, welche von den Choleraabtheilungen sorgfältig fern gehalten wurden, ebenso wie die Wärter der Cholerakranken. Im Ganzen dauerte die Epidemie 45 Tage. Unter den Seelengestörten war die Morbilität geringer, dagegen die Mortalität grösser, als bei den Geistesgesunden. Auf welche Weise die Keime in die Anstalt hineingeschleppt wurden, lässt sich höchstwahrscheinlich mit der Thatsache in Zusammenhang bringen, dass mehrere Tage vor Ausbruch der Cholera in der Pflegeanstalt ein Wärter, eine Wärterin und eine Küchenmagd, also Leute, welche oftmals ausserhalb der Anstalt Geschäfte zu besorgen hatten, an Cholerine litten.

V. Erforschung der Mittel gegen Ausbruch und Verbreitung der Cholera.

Die Auffassung der Cholera bei ihrem ersten Auftreten in Württemberg als contagiöse Krankheit hat zu der Anschauung geführt, dass eine möglichst vollständige Isolirung der Kranken die Weiterverbreitung der Cholera in hohem Grade beschränken müsse. Man glaubte dies um so eher erreichen zu können, als durch eine gleichzeitige Anwendung von Desinfectionsmitteln die Cholerakeime zerstört werden. Benützen wir nun die bei den württembergischen Epidemien gemachten Erfahrungen, um über die Berechtigung derartiger Anschauungen ein Urtheil zu fällen. Vom Jahre 1849 wollen wir wegen der Unvollständigkeit der Quellen gänzlich absehen und mit einigen Thatsachen aus der Cholerazeit vom Jahre 1854 beginnen. In der Irrenanstalt Zwiefalten wurde das erste Individuum, welches an Cholera erkrankte, isolirt und zwar mit der grösstmöglichsten Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit, ferner wurde das Zimmer

des Kranken, sämmtliche Auswurfsstoffe und insbesondere die Aborte auf das Pünktlichste mit Chlorkalk desinficirt; ganz dasselbe geschah bei jeder weiteren Erkrankung. Aber die Cholera nahm nicht die geringste Notiz davon, sie tauchte plötzlich in dem ganz entgegengesetzten Flügel der Anstalt auf und durchflog dieselbe nach allen Richtungen. Alle Isolirungs- und Desinfectionsmaassregeln wurden illusorisch gemacht. Aber wir dürfen uns nicht verschweigen, dass den Anhängern dieser Maassregeln, obgleich letztere in der Pflegeanstalt vollkommen lege artis ausgeführt wurden, trotzdem noch eine Reihe berechtigter Einwände zu Gebote steht. Für's Erste muss die Frage aufgeworfen werden, ob der Chlorkalk ein wirkliches Desinfectionsmittel ist, d. h. ob er die organischen Keime wirklich zerstört oder ob er wenigstens das gewöhnliche Medium so verändert, dass die Keime nicht mehr gedeihen können? Ferner ist er in genügender Menge angewendet worden und sind alle Gegenstände desinficirt worden, an welchen das Choleragift gewöhnlich anhaftet? Auf alle diese Fragen vermögen wir nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft nur ungenügende Antwort zu geben. Doch lassen wir die Thatsachen sprechen! In Munderkingen trat ebenfalls eine Choleraepidemie auf; die dortigen Aerzte waren wie es scheint keine Anhänger der Contagiositätslehre, kurz es wurde weder isolirt noch desinficirt. Trotzdem verlief hier die Krankheit mit geringerer Intensität und fand einen rascheren Abschluss als in Zwiefalten. In vielen anderen Orten, wohin die Cholera verschleppt wurde, z. B. in Riedlingen, wurde weder isolirt noch desinficirt und trotzdem blieb die Krankheit isolirt. Bei den späteren Epidemien in Utzmemmingen, Heilbronn und Frankenbach wurde mit Karbolsäure, Eisenvitriol und Chlorkalk desinficirt. Die Leib- und Bettwäsche wurde verbrannt, die Wohn- und Schlafräume der Kranken wurden ausgeschwefelt und trotzdem erreichte die Krankheit einen sehr intensiven Charakter; auch während dieser Epidemien wurden manche Fälle nach auswärtigen Orten verschleppt, aber die Cholera blieb isolirt, trotzdem nichts oder wenig gegen ihre Weiterverbreitung geschah. In Frankenbach dagegen, wo sofort die umfassendsten Desinfectionsmaassregeln eingeleitet wurden, kam es zu einer schweren Epidemie. Hier wie in Utzmemmingen

und Heilbronn wurde nur unter Aufsicht der Aerzte vollkommen lege artis desinficirt, die mit Karbolsäure getränkten Substanzen mussten mindestens 2—3 % reine Karbolsäure enthalten, Eisenvitriollösung wurde in die Abtritte gegossen, bis die saure Reaction des Inhaltes constant blieb. Häuser, in welchen schon Cholerafälle vorgekommen waren und die übrigen in der Nähe der Choleraherde gelegenen Häuser, in denen noch keine Erkrankungen aufgetreten waren, wurden mit ganz besonderer Sorgfalt und weit öfter mit den Desinfectionsstoffen behandelt, als die vom Choleraterritorium entfernt gelegenen Häuser. Trotzdem kamen in den erstbefallenen Häusern auch nach Entfernung der Kranken und Leichen stets wieder neue Erkrankungen vor, während in anderen Lagen des Ortes mit schwerdurchlässigem Untergrund trotz Einschleppung der Keime in verschiedene Häuser keine Choleranester entstanden. Diese Thatsachen wurden im Verlaufe der Epidemien auch vielen Laien klar, und so kam es, dass die Desinfection und Isolirung der Kranken, so hoch diese Maassregeln im Anfange einer Epidemie vom Publikum geachtet wurden, gegen Schluss der Epidemie selbst bei Laien in Misscredit kamen. Alle diese Thatsachen sprechen aber auch dafür, dass wenn wir den Sitz der Cholerakeime entdecken wollen, wir unser Auge auf den Grund und Boden, auf welchem unsere Häuser aufgebaut sind, richten müssen. Die Erfahrung gibt uns die unwiderlegbaren Beweise zur Hand, dass die einfache Entfernung eines Cholerakranken aus seiner Umgebung und die Desinfection seiner Effekten nicht genügend ist, um die in dem inficirten Hause zurückgebliebenen Gesunden sicher zu stellen. Im Gegentheile sagt uns die Erfahrung, dass die Zurückbleibenden nach wie vor dem Einflusse der giftstaubigen Atmosphäre ausgesetzt sind. Das Einzige, um die Gesunden der Gefahr zu entheben, wäre die Versetzung an einen cholerafreien Ort mit schwerdurchlässigem Untergrund. Letzteres ist unbedingt nothwendig und nur dann kann die Evacuation von wahren Erfolgen begleitet sein. Leider ist dies aber in praxi zum Theil gar nicht, zum Theil sehr schwer ausführbar. Am leichtesten liesse sich diese Evacuationsmethode im Anfange einer Epidemie durchführen, so lange nur wenige Häuser inficirt sind. Durchführbar wäre die Methode insbesondere an solchen

Orten, welche in gewissen Lagen compakte und schwerdurchlässige Bodenschichten haben. In Heilbronn wäre dies z. B. die obere Stadt, in Frankenbach das obere Dorf, in Cannstatt das linksseitige Neckarufer u. s. w. In Städten mit derartigen verschiedenen geologischen Verhältnissen müsste auch, wenn es sich um die Einrichtung eines Choleraspitales oder um den Aufbau von Cholerabaracken handeln würde, hierauf Rücksicht genommen und diejenigen Ortsgebiete benützt werden, deren Untergrund schwerdurchlässig ist. An vielen Orten ist dies nach den geologischen Verhältnissen nicht möglich und es frägt sich nun, ob und auf welche Weise wir auf den Untergrund selbst, den wir als Sitz der Choleraherde betrachten müssen, prophylaktisch und therapeutisch einwirken können. Prophylaktisch handelt es sich darum, den Untergrund der Häuser vor allen organischen Verunreinigungen zu schützen. Das erreichen wir nur dann, wenn die Lehren der Hygieine nicht bloss auf dem Papier stehen, sondern wenn die hygieinischen Grundsätze zur allgemeinen praktischen Durchführung kommen. Zweitens müssen die Häuser vor dem Eindringen der Bodengase geschützt werden. Dies ist entweder durch die Ventilation des Bodens zu erreichen (die in dieser Richtung gemachten Vorschläge leiden noch an schwerer praktischer Durchführbarkeit), oder wenn die Diffusionsbeziehungen zwischen Bodengasen und der atmosphärischen Luft in den Häusern durch Zwischenlagerung einer möglichst compakten Schichte zwischen Kellersohle und dem lockeren Untergrund herabgesetzt werden. Dies könnte entweder durch Auffüllung der Bauplätze mit einer tiefgründigen Schichte compakten Bodens geschehen, oder aber dadurch, dass man den Kellerraum selbst durch Cementbeton gegen den Untergrund hin impermeabel macht. Dies würde sich nicht bloss in Städten mit lockerem Untergrund empfehlen, sondern auch in Orten mit schwerdurchlässigem Boden wäre die Ausführung dieser Maassregeln dann angezeigt, wenn irgend eine Mulde mit lockerem Bauschutt aufgefüllt und als Bauplatz benützt wird. Die Diffusionsverhältnisse zwischen zwei gashaltigen Räumen werden aber nicht bloss durch Dazwischenlagerung einer möglichst impermeablen compakten Masse reduzirt, sondern derselbe Effekt kann physikalisch dadurch erreicht werden, wenn die diffundirenden Gase durch eine

Wasserfläche getrennt werden. Die Cholera trat dann nicht auf, wenn in Folge von Ueberschwemmung das Grundwasser bis in die Keller oder wenigstens bis nahe an das Niveau der Kellersohle vorgedrungen war. Möglicherweise lassen sich aus diesen Thatsachen und Beobachtungen prophylaktische Maassregeln für die Verhütung und Bekämpfung der Cholera ableiten, wenn es der Technik ohne Schwierigkeiten gelingt, den Untergrund eines Hauses bis nahe an das Niveau der Kellersohle vollständig mit Wasser zu füllen, um mit anderen Worten durch temporäre Höherlegung des Grundwasserspiegels die luftführende Fläche im Boden auf ein Minimum zu reduziren! Da der Einfluss des Untergrundes auf die Gesundheitsverhältnisse ein so bedeutender ist, erscheint es auch nothwendig, genaue Kenntnisse über die Beschaffenheit desselben zu bekommen. Die allgemeinen geologischen Beschreibungen genügen nicht, die Bodenverhältnisse eines Ortes sollten an verschiedenen Stellen untersucht werden; insbesondere wäre es zweckmässig, die Untergrundsverhältnisse eines Hauses schon beim Fundamentiren zu untersuchen und Aufzeichnungen darüber zu machen. Vom hygieinischen Standpunkte aus kann man dies ebenso verlangen, als man von administrativer Seite aus die Vorlegung von Situationsplänen und Messurkunden verlangt. Abgesehen davon ist im Allgemeinen eine möglichst zahlreiche Errichtung hygieinischer Beobachtungsstationen nothwendig. Verschiedene grössere Städte Deutschlands haben darin die Initiative ergriffen. In Württemberg haben wir leider noch keine. Ich hätte schon gerne bei der Choleraepidemie im Jahre 1873 Untersuchungen über das Verhalten der Bodenwärme, über Kohlensäuregehalt der Grundluft, über Druckverhältnisse der Bodenluft u. s. w. gemacht, allein die Apparate hiezu waren nicht zur Hand. Diesem Uebelstande könnte dadurch abgeholfen werden, dass in Württemberg vorläufig wenigstens Eine hygieinische Beobachtungsstation gegründet würde, bei welcher neben den in Thätigkeit befindlichen Apparaten ein kleines Reservedepôt sich findet, um je nach Bedürfniss sofort in irgend einer Gegend des Landes eine hygieinische Beobachtungsstation zu improvisiren. Abgesehen aber auch davon ist die Errichtung solcher Stationen an sich schon nothwendig, da die Meteorologen und Geologen die von der Hygieine

an sie gestellten Fragen allmählich nur noch theilweise beantworten können. Der Hygieiniker will über Verhältnisse Aufschluss bekommen, welche der Meteorologie und Geologie von ihrem Standpunkte aus als Nebensache erscheinen und daher gar nicht in den Bereich ihrer Untersuchungen gezogen werden. Es haben sich eine Reihe specifisch hygieinischer Untersuchungsmethoden bezüglich der Luft und des Bodens gebildet, mit welchen die meteorologischen Stationen sich nicht beschäftigen, weil sie für ihre Zwecke werthlos sind, während sie vom Observatorium der Hygieine aus die grösste Tragweite besitzen. Stuttgart mit seinen exceptionellen Verhältnissen, was den Untergrund, was das Auftreten der epidemischen Krankheiten, was die Sterblichkeitsverhältnisse im Allgemeinen anlangt, würde für derartige Untersuchungen ein fruchtbares Beobachtungsfeld werden. In zweiter Linie käme unsere Universitätsstadt Tübingen; hier darf sich jedoch die Hygieine nicht mit einer einfachen Beobachtungsstation begnügen; wenn die öffentliche Gesundheitspflege nicht ein todtes Glied am akademischen Lehrkörper bleiben soll, wenn sie mehr sein soll als ein theoretisches Lehrobject, wenn der hygieinische Unterricht wirkliche Früchte tragen soll, dann muss er aus den Schranken einer theoretischen Vorlesung heraustreten, dann muss ein hygieinisches Laboratorium für praktische Kurse errichtet werden. Die topographisch-statistischen Bureaus haben sich bis jetzt alle Mühe gegeben, die geographischen, geologischen und wirthschaftlichen Verhältnisse ganzer Staaten und Länder festzustellen, die Entwerfung einer hygieinischen Topographie nicht bloss einzelner Städte, sondern ganzer Staaten ist noch Zukunftsmusik. Die Förderung der öffentlichen Gesundheitspflege ist aber für den Staat gerade so wichtig, wie die Förderung der wirthschaftlichen Zustände, denn das Ziel der Hygieine ist die Hebung der Gesundheit und dadurch auch der Leistungsfähigkeit des Individuums.

Vergiftung der Familie Caimi in Rovereto durch Leuchtgas.

Von

Dr. Ruggèro Cobelli,
Stadtarzt in Rovereto.

(Mit Tafel II.)

Die Einwohnerschaft der Stadt Rovereto wurde erschüttert und gleichzeitig von Furcht bewegt von dem traurigen Fall, der sich am 2. Januar 1875 zutrug, wo die 53 Jahre alte Diomira Caimi und ihre beiden Töchter, die zwanzigjährige Marta und die fünfzehnjährige Gisella vergiftet aufgefunden wurden.

Dieses Ereigniss verdient volle Aufmerksamkeit nicht nur von Seite dessen, der den öffentlichen Angelegenheiten vorsteht, sondern besonders auch von Seite der Bezirksärzte, die für die öffentliche Wohlfahrt zu sorgen haben.

Um einen, wenn auch kurz zusammengefassten, so doch möglichst genauen Bericht davon zu geben, werde ich das Thema in vier Abtheilungen behandeln, nämlich:

1. den Ort, wo das Ereigniss stattfand,
2. die Geschichte der Vergiftung,
3. den Weg, auf welchem das Leuchtgas in das Zimmer gedrungen ist, in welchem die verhängnissvolle Katastrophe stattfand,
4. die Stunde, zu welcher die Vergiftung eintrat.

Ad 1. Das Ereigniss fand statt im Hause Nro. 267 im Borgo di S. Caterina, dem Kloster der Capuziner gegenüber. Dieses Haus (siehe Tafel II.) besteht aus einem Hauptgebäude, dem Sitz der k. k. Stadtprätur von Rovereto, und aus zwei Seitenflügeln, von denen der eine von der Familie Mondini, der andere von der Familie

Caimi bewohnt wird. Der von diesen drei Gebäuden eingeschlossene Raum wird von einer 2.60 Meter hohen, 0.55 Meter dicken und in der Mitte *B* von einer Thüre unterbrochenen Mauer *AA* geschlossen und bildet so einen Hof.

Gegen die Strasse des Borgo di S. Caterina zu, in dem von der Familie Caimi bewohnten Flügel, befindet sich ein Lokal *(C)*, welches ein massives Gewölbe hat, das wie die Mauern beworfen und gepflastert ist und dessen Boden ungefähr 0.2 Meter tiefer als die Strasse liegt. Das Lokal ist 2.63 Meter hoch und die Mauern sind 0.53 Meter dick. Es hat zwei Fenster, von denen das eine auf den Hof, das andere auf den Borgo di S. Caterina geht, ferner hat es eine Thüre, welche vermittelst zweier Stufen in den kleinen Hausgang des von der Familie Caimi bewohnten Flügels führt.

Unmittelbar ober diesem Lokal, im ersten Stock, ist das Zimmer, in welchem die Vergiftung stattfand. Es hat dieselben Oeffnungen, wie das Lokal im Erdgeschoss und ist 5.27 Meter breit, 5.54 Meter lang und 2.68 Meter hoch. Die beworfenen Mauern desselben sind 0.53 Meter dick.

Es muss schon an dieser Stelle bemerkt werden, dass in dem von der Familie Caimi bewohnten Flügel des Hauses keine Gasleitung angebracht ist.

Ad 2. In dem oben beschriebenen Zimmer, welches den drei unglücklichen Frauen als Schlafzimmer diente, stand ein Ofen von glasirter Terra cotta, der vom Zimmer aus geheizt wird. Schon seit mehreren Tagen hatten diese unglücklichen Frauen beim Erwachen Kopfschmerzen verspürt, die sich dann im Laufe des Tages verloren. Da die Mutter Diomira glaubte, das Kopfweh sei durch den Ofen verursacht, so verbot sie ihren Töchtern, ihn ferner am Abend zu heizen. Und da desshalb der Ofen an dem der Katastrophe vorausgehenden Abende nicht geheizt worden war, so kann kein Verdacht entstehen, als ob er daran irgend einen Antheil hätte.

Am Abend des 1. Januar 1875 legten sich Mutter und Töchter ahnungslos in zwei Betten, beide in gleicher Höhe vom Boden, neben einander nieder. Auf das Bett legte sich dann auch zum Schlafen noch ein kleiner Hund von englischer Race. Auf dem Ofen, der etwas höher als die Betten war, stand ein Käfig mit

einem männlichen Finken (Fringilla coelebs L.). Gegen sechs Uhr Morgens am 2. Januar 1875 hörte der Herr Caimi (der Gatte und Vater), der im zweiten Stocke, in dem unmittelbar darüber gelegenen Zimmer schlief, eine seiner Töchter ächzen. Da dieses Mädchen aber an Zahnschmerzen litt, so schrieb er diesen das Aechzen seiner Tochter zu.

Als er um sieben Uhr Morgens aus dem Hause gehen wollte, klopfte er an der Thüre des Zimmers, wo seine Frau und seine Töchter schliefen. Da er, so oft er auch das Klopfen wiederholte, keine Antwort erhielt, so vermuthete er ein schlimmes Ereigniss und sprengte mit Hilfe eines Dienstmannes die von innen verschlossene Thüre auf.

Es wurde Dr. Remo Alimonta gerufen, der schnell alle Fenster zu öffnen befahl und die Mutter, die noch athmete, auf ein etwas niedriger als das Bett stehendes Sopha tragen liess und bei den Mädchen, die nicht mehr athmeten, alle jene Mittel anwandte, die man in solchen Fällen anzuwenden pflegt. (Unter diesen verdient besondere Erwähnung die künstliche Athmung durch langsames und allmähliches Erheben der Schultern, die dann sich selbst überlassen und fallen gelassen, die Athmung durch ihr eigenes Gewicht verursachen). Der Hund, der sich in einem ähnlichen Zustande befand, wurde in einen Winkel des Zimmers gelegt.

In diesem Zustande fand ich die Dinge, als ich gegen acht Uhr Morgens am Orte ankam. Ich traf die Mutter in einem schlafähnlichen Zustand, blass mit ruhigem Gesichtsausdruck. So war auch der Ausdruck der bleichen Gesichter der Mädchen ein ruhiger. Auf den Wangen dieser armen Frauen sah man Spuren erbrochener Substanzen. Der Fink war todt. Der Hund erholte sich während meiner Gegenwart und wankte durchs Zimmer wie trunken.

Nachdem wir vergeblich bis neun Uhr Morgens die Versuche, jene beiden Frauen wieder zu beleben, fortgesetzt hatten, befahl ich, die zwei Leichen in's Stadtspital zu verbringen, um sie unter Aufsicht zu behalten, und auch die Mutter dahin zu tragen, um sie der einsichtigen Pflege meines Collegen und Freundes des Dr. Vinanzo Baroni, des Direktors jener Anstalt, zu übergeben. Ich selbst habe wohl später die Mutter besucht, aber die folgende

Beschreibung des Verlaufs der Vergiftung und der Section, verdanke ich der Güte des Dr. Baroni, dem ich das Wort überlasse:

Krankengeschichte der Diomira Caimi.

Am 2. Januar. Von den drei Frauen, die am Morgen des 2. Januars in dem Zimmer gefunden wurden, in welches das Leuchtgas eingedrungen war, waren zur Zeit meines Besuchs im Spital zwei schon todt, die dritte athmete noch. Diese wurde in den kleinen, damals leeren Operationssaal verbracht und gegen 10 Uhr Vormittags desselben Tages zeigte sie die folgenden Symptome. Die Haut des ganzen Körpers schmutzig gelb, kühl fast kalt bei der Berührung und welk; Puls voll, langsam und tief; die Augenlider halb offen, die Pupillen gleichmässig, leicht erweitert, etwas starr aber beweglich; der Blick ziemlich intelligent; Mund fest geschlossen; Athmung etwas langsam, abdominal, geräuschvoll, mit Kopfbewegung von vorne nach rückwärts; der Bauch weich; Urin beständig und unwillkührlich fliessend; keine Körperbewegungen. Es wurden Senfumschläge gemacht, trockene aromatische Einreibungen und Einathmenlassen ammoniakalischer Dämpfe versucht. Der Zustand der Kranken verschlimmerte sich immer mehr bis

Um 6 Uhr Nachmittags. In diesem Augenblicke schien sie im Todeskampfe. Die Kälte hatte sich vermehrt, der Puls war immer schwächer und langsamer geworden; die Athmung kaum merklich; die Augen gläsern mit ziemlich verlängerten und fast unbeweglichen Pupillen. In diesem Stand der Dinge griff man zu Reizmitteln; Rum wurde tropfenweise zwischen den Lippen eingeflösst und am ganzen Körper wurden mit kaltem Weingeist Bähungen gemacht.

Um Mitternacht schien sie etwas besser und am folgenden Morgen den 3. Januar war über die eingetretene Besserung kein Zweifel mehr. Die Haut war ein wenig rosig und normalmässig warm geworden, die Luft drang von allen Seiten in die Lungen ein, und bei der Athmung bewegte sich nicht nur der Unterleib, sondern auch die Brust; der Puls war lebhaft und voll, und langsam bewegte sich der rechte Arm und das rechte Bein. Den ganzen Tag über werden dieselben Mittel angewandt, immer mit steigender Besserung bis zum

5. Januar, dem vierten Tage der Krankheit. Die Kranke öffnet die Augen, bewegt den Augapfel, antwortet auf Fragen und verschluckt eingekochtes Brod und Suppen; athmet normal; auf ein Klystir hatte sie zwei Entleerungen, der Urin fliesst immer unwillkührlich; bewegt wohl den rechten Arm und das rechte Bein, aber nicht den linken Arm und das linke Bein, welche in Bezug auf die Bewegung, aber nicht in Bezug auf das Gefühl gelähmt zu sein scheinen; sie erkennt die Personen und erzählt, dass sie in der Nacht zwischen dem ersten und zweiten Tage des Jahres heftigen Kopfschmerz empfunden habe und dann habe sie das Bewusstsein verloren und sei im Spital erwacht, wohin sie, wie sie sagt, gebracht worden sei, wegen ihrer Erkrankung an den Blattern. An diesem Tage zeigt sich der kalte Brand am Kreuzbein, nicht tief, aber auf einen fast kreisrunden Raum ausgedehnt, mit einem Durchmesser von ungefähr 8 Centimeter und ohne ein Zeichen einer bestimmten Begrenzung. Von gutem Zustande ging sie zum bessern über bis zum

9. Januar, dem siebenten Tage der Krankheit. An diesem Tage ist der Verstand hell, der Puls regelmässig, die Erwärmung gleichfalls normal, die Sinnesorgane vollkommen thätig, der Appetit zurückgekehrt, der linke Arm und das linke Bein fangen an sich zu bewegen; ohne Hilfe von Arzeneien hatte sie eine Unterleibsentleerung. Aber der kalte Brand am Kreuzbein droht sich zu vertiefen und der Urin fliesst beständig und unwillkührlich. Beim Abendbesuch fand sich ein etwas bewegter Puls und Neigung zum Schlaf. Diess wurde der moralischen Erregung zugeschrieben, die durch eine lange Unterredung mit ihrem Ehemanne und ihren Söhnen verursacht wurde. Am Morgen des

10. Januar befand sie sich schlechter. Die halbe Lähmung auf der linken Seite war zurückgekehrt, die Intelligenz getrübt, die Neigung zum Schlaf grösser. Sie antwortet kaum, wenn sie gefragt wird. Dieser Zustand der Dinge verschlimmert sich während des ganzen 10., 11. und 12. Januars. Sie glich einem Lichte, dem es an Nahrung fehlt. Gegen Abend des 12. war die Athmung langsam und schwer geworden, mit offenbarem Röcheln, der Puls

war klein und schwach, die Erwärmung unter der normalen, das Auge starr und gläsern. Um 6½ Uhr starb sie ruhig.

Bei der 36 Stunden nach dem Tode vorgenommenen Section fand sich eine geringe Injection der cerebrospinalen Meningen; eine Injection des kleines Gehirns und des Rückenmarks; eine Erweichung der hintern Wurzeln (cordoni) in der Gegend der Lendenwirbel; eine starke Verhärtung beider vordern Wurzeln in der nämlichen Rückenmarksgegend und fast in ihrer ganzen Länge; die Lungen mit hochrothem Blute, die übrigen Eingeweide normal.

Angestellte Nachforschungen ergaben, dass diese Frau schon seit anderthalb Jahren über Müdigkeit, auch bei kleinen Anstrengungen, und über grössere Langsamkeit im Ausdruck ihrer Gedanken klagte.

Section der beiden Mädchen Marta und Gisella.

Die beiden Mädchen wurden auf Befehl der k. k. Kreisgerichts von Rovereto am 4. Januar 1875 um 10 Uhr Morgens, also 51 Stunden nach dem Tode, von mir secirt. Da die Resultate der beiden Sectionen dieselben sind, so werde ich mich darauf beschränken, eine summarische Beschreibung der wesentlichen Merkmale zu geben:

1. Der Ausdruck des Gesichts ist ruhig; die Pupille ist mässig erweitert, die Lippen und die Schleimhaut des Mundes blass; die häutige Oberfläche der Schenkel und bei der einen auch des Bauches und eines Theils der Brust ist hochroth, ebensowohl auf der vorderen als auf der hintern Oberfläche des Körpers.

2. Die Meningen mässig injicirt; das Gehirn ziemlich blutreich.

3. Das im Allgemeinen flüssige Blut hat eine hochrothe Farbe mit leichter violetter Schattirung; ein wenig geronnenes Blut, das im Herzen zerfliesst, von gleicher Farbe, die Muskeln haben die nämliche Färbung.

4. Die Lungen, äusserlich theilweise schmutziggrau, theilweise hochroth; innerlich dieselbe Farbe.

5. Im Brustfell und im Herzfell ein wenig rothfarbige Flüssigkeit.

6. Leber, Milz und Nieren von normaler Grösse, äusserlich wie innerlich von hochrother Farbe.

7. Injection des Darmfells; in seiner Höhle eine mässige Menge rother Flüssigkeit.

8. Magen fast leer mit etwas Injection der Schleimhaut.

Der todte Körper des Finken, der am Unglück der Familie Caimi mit Antheil nahm, wurde von mir am 3. Januar 1875 um 1 Uhr Nachmittags secirt. Er zeigte dieselben Erscheinungen wie die Leichen der beiden Mädchen.

Um einen thatsächlichen Beweis zu haben, dass die Vergiftung der Familie Caimi durch Leuchtgas erfolgt war und um sich nicht auf den einzigen Beweis zu verlassen, dass man einen Gasgeruch sowohl in dem Zimmer, wo das Unglück sich ereignete, als auch in dem darunter befindlichen Gewölbe angetroffen hatte, war eine chemische Analyse der Luft nothwendig. Da aber das Zimmer, wo die Caimi starben, schon stark gelüftet worden war, so glaubte man, in der Voraussetzung (siehe weiter unten ad 3), dass die Luft des darunter befindlichen Gewölbes eine annäherungsweise gleiche Zusammensetzung habe und in Ermanglung eines Bessern, diese letztere der chemischen Untersuchung unterwerfen zu sollen.

Der ausgezeichnete Chemiker Herr Professor Nicolo Tessori, Direktor der k. k. Oberrealschule zu Rovereto, führte mit der ihm eigenen Genauigkeit im Auftrage des k. k. Kreisgerichts von Rovereto diese Arbeit aus, welcher wir für unsern Zweck Folgendes entnehmen.

Er sammelte die Luft des Gewölbes (*C*) in zwei Gasometern und unterstellte sie mehreren Reaktionen, um die Anwesenheit des Leuchtgases und die Menge des darin enthaltenen Kohlenoxyds nachzuweisen.

Es verdient bemerkt zu werden, dass in dem Augenblicke, wo die Luft in dem Gange gesammelt wurde, das Lokal schon mehrere Male geöffnet gewesen war.

Um die Anwesenheit des Leuchtgases nachzuweisen, liess er die fragliche Luft der Reihe nach durch folgende Reagentien hindurchgehen:

a) eine Lösung von Bleiacetat,
b) eine Lösung von Palladium-Protochlorür,
c) rauchende Salpetersäure,
d) eine alkalische Lösung von Pyrogallussäure,

und sammelte die so behandelte Luft in einem Glasballon, in welchen er eine kleine Quantität Chlor brachte.

Folgendes sind die für das Leuchtgas charakteristischen Resultate:

a) das Palladium-Protochlorür wurde sofort zersetzt und gab einen Niederschlag von schwarzer Farbe (Kohlenoxyd);
b) die rauchende Salpetersäure bekam den eigenthümlichen Geruch von bittern Mandeln;
c) in dem Ballon bildeten sich Tröpfchen ölichten Aussehens, farblos und von ätherischem Geruch (Aethylen).

Aus diesen Reaktionen folgt, dass die Luft des genannten Ganges (*C*) von Leuchtgas verdorben war.

Aus verschiedenen anderen von Herrn Tessori veranstalteten Reaktionen geht weiter hervor, dass in jener Luft keine anderen Gase vorhanden waren ausser jenen, welche das Leuchtgas und die atmosphärische Luft ausmachen.

Um die Quantität des in jener Luft enthaltenen Kohlenoxyds zu bestimmen, verfuhr Herr Tessori in folgender Weise.

Nach Elimination der Kohlensäure, der schweren Kohlenwasserstoffe und des Sauerstoffs mit den bezüglichen Reagentien, nach Anmerkung der Verminderung des Volumens unter denselben Bedingungen, der Temperatur und des Druckes in der so von den obigen Substanzen freien Luft, bestimmte er das Kohlenoxyd mit dem in der Salzsäure aufgelösten Chlorür.

Nach Messung der Absorption, nach den nöthigen bezüglichen Correkturen und Rechnungen ergab sich, dass die Luft des Ganges, die in den Gasometern gesammelt worden war, 2.12 % Kohlenoxyd enthielt.

Aus diesem Resultate und gestützt auf das, was Pettenkofer und andere Chemiker in ihren chemischen Analysen des aus Holz (wie in unserm Falle) bereiteten Gases fanden, schloss er, dass die Menge des Kohlenoxyds einer Menge von Leuchtgas nicht über 9.5 % entsprechen würde.

Schliesslich folgt also aus den oben auseinandergesetzten Beobachtungen mit aller Sicherheit Folgendes:

Nachdem die Anwesenheit des Leuchtgases in solchem Verhältniss bewiesen ist, wie es zu tödtlicher Wirkung erfordert wird, nachdem die Abwesenheit anderer luftförmiger giftiger Substanzen in der Luft bewiesen ist, so ist kein Zweifel, dass die Caimi durch Einathmung von Leuchtgas starben, welches nach den Erfahrungen Orfila's schon tödten kann, wenn es in der Luft in einem geringeren Verhältniss als ein Elftel enthalten ist.

Der zweite Folgesatz und ein Beweis, dass das Leuchtgas ein Gift ist, ist, dass in jener Luft noch so viel Sauerstoff enthalten war, um sie tauglich zum Einathmen zu machen, wenn das Leuchtgas von einem andern indifferenten Gase (einem nicht tödtlichen, jedoch zum Ersatz des Sauerstoffs nicht tauglichen) wie dem Stickstoff oder Wasserstoff ersetzt worden wäre.

Da jedoch das Leuchtgas kein einfaches Gas ist, sondern eine Mischung von vielen Gasen, so war es wichtig zu wissen, welchem dieser Gase seine tödtliche Wirkung auf den Organismus zuzuschreiben sei. Auch auf diesen Punkt antwortete schon Orfila, die Knoten der Frage lösend, durch die Behauptung, dass das Leuchtgas wegen der constanten Anwesenheit des Kohlenoxyds giftig sei.

Einen Beweis davon haben wir in unserm Falle, sowohl 1) in der beträchtlichen Menge des vorhandenen Kohlenoxyds, wie sie Professor Tessori nachgewiesen hat, des Kohlenoxyds, welches in Ermangelung anderer Quellen von dem vorhandenen Leuchtgas herkommen musste, wie auch 2) in den Resultaten der Sektionen.

Was das Kohlenoxyd betrifft, so liest man in der Encyklopädie der Chemie des Ritters Francesco Selmi: 1) Dieses Gas kann nicht nur nicht geathmet werden, sondern es ist auch giftig. Nach den Erfahrungen des Tourdes kommen die Kaninchen in ungefähr 20 Minuten um, wenn sie in eine Luft gebracht werden, welche

ein Fünfzehntel ihres Volumens an Kohlenoxyd enthält; wenn sich dieses in dem Verhältniss von einem Dreissigstel dort findet, so tritt der Tod nach circa 30 Minuten ein. Nach L. Leblanc empfinden die Vögel noch viel schneller die tödtliche Wirkung dieses Gases, so dass der grösste Theil derselben im Augenblicke in einer Luft umkommt, welche ungefähr 5 pro 100 an Kohlenoxyd enthält, und dass sie nach circa zwei Minuten sterben, wenn die Luft auch nur ein einziges Hundertstel davon enthält. [1])

Nun enthielt aber die von Professor Tessori untersuchte Luft des Gewölbes 2.12 % Kohlenoxyd; wenn wir also bedenken, dass das Gewölbe schon theilweise gelüftet worden war, als die Luft in die Gasometer gesammelt wurde, so müssen wir annehmen, dass dieses tödtliche Gas ursprünglich in viel bedeutenderen Mengen darin vorhanden sein musste. Und darum ist es bewiesen, dass die Luft mit einer Menge von Gas geschwängert war, die mehr als hinreichte, um einen Menschen zu tödten.

Aus den Sektionen der Leichen ergibt sich als eine feststehende Thatsache, dass das Blut hellroth mit leicht violetter Färbung war, welche Farbe charakteristisch für die Vergiftung mit Kohlenoxyd ist, welches Gas sich nach den allbekannten Erfahrungen F. Hoppe's, L. Meyer's und Cl. Bernard's, die sich in jedem physiologischen Lehrbuche finden, mit dem Farbstoff der Blutkörperchen verbindet, in der Weise, dass es weder von der Kohlensäure, noch von dem Sauerstoff ausgetrieben werden kann und also die Absorption des zum Leben nothwendigen Gases, des Sauerstoffs, unmöglich macht.

Schluss: Die Caimi starben vergiftet von dem Kohlenoxyd, welches in dem Leuchtgas enthalten war, das die Luft des Zimmers verdarb, in welchem sie schliefen.

Ad 3). Die interessantere Frage war jedoch, zu wissen, von woher das Leuchtgas kam in einem Hause, in welches keine Leitung ging, mit andern Worten, zu untersuchen, welchen Weg es eingeschlagen hatte, um in das Zimmer zu gelangen, wo die Caimi

1) Enciclopedia di Chimica scientifica ed industriale, ossia Dizionario generale di Chimica. Opera originale diretta dal cav. Francesco Selmi. Torino e Napoli 1870. Volume terzo pag. 785 e 786.

schliefen. Um diese wichtige Frage zu lösen, müssen wir auf die Anfänge der Einführung des Gases in unserer Stadt zurückgehen.

Die Stadt Rovereto wurde zum ersten Mal mit Gas beleuchtet am Abend des 14. März 1873. Die Hauptröhre von Gusseisen, von einem Durchmesser von 0.06 Meter, im Borgo di S. Caterina geht gegenwärtig so, wie sie damals gelegt wurde, vor dem Hause vorbei, in welchem die Vergiftung stattfand (in der Richtung der Linie DE der Tafel II), und ist genau 0.80 Meter von der Vorderseite der beiden Flügel, und von der Umfassungsmauer, die den Hof bildet, 2.67 Meter entfernt. Diese Röhre liegt in einer Tiefe von 0.80 Meter.

Schon zur Zeit der Einführung des Gases hatte der Direktor der Fabrik, welcher damals den Mittelbau des Hauses bewohnte, dort das Gas hingeleitet vermittelst einer Nebenröhre (in der Richtung FG), welche in die Hauptröhre in einer Entfernung von 4.77 Meter von der Wohnung Caimi (im Punkte F) einmündete, unter der Mauer hinwegging und den Hof durchlief.

Diese Nebenröhre wurde schon im September 1873 entfernt und der Punkt, wo sie in die Hauptröhre einmündete, war regelrecht mit einem Metallspund mit Schraube verstopft worden. Ich bemerke schon hier, dass das von Natur alluviale und darum poröse Erdreich durch diese verschiedenen Bearbeitungen noch leichter durchdringbar für das Gas geworden war.

Wie es geschah, weiss man nicht, Thatsache aber ist, dass die Hauptröhre an dem Punkte F, wo sie mit der Metallschraube verstopft worden war, einen Bruch hatte. Es ist kaum nöthig, zu sagen, dass das von der Schraube verstopfte Loch gegen die Umfassungsmauer zu stand, und es zeigte einen leichten Riss oben und einen grössern unten. Aus dieser Gestalt des Risses scheint hervorzugehen, dass die Röhre durch Druck von oben nach unten an dem Punkte brach, wo sie naturgemäss am schwächsten in ihrer ganzen Länge war. Als die Röhre blosgelegt worden war und man die Hand unter die Schraube legte, fühlte man einen starken Luftzug, der durch das Gas hervorgebracht wurde, welches aus der Röhre nach unten ausströmte.

Aus dieser Stelle allein strömte das Gas aus der Hauptröhre aus, denn nach Verstopfung des Risses spürte man nicht den ge-

ringsten Gasgeruch an den Orten mehr, wohin es zuerst in so grosser Menge gedrungen war, und nach Bloslegung der Röhre zeigten sich auch keine weiteren Risse mehr.

Nachdem man den Ausgangspunkt des Gases gefunden hatte, war es nöthig, den Weg zu verfolgen, den es eingeschlagen hatte, um in das Zimmer zu gelangen, wo die Caimi schliefen. Das Gas drang, wie gesagt, mit Gewalt aus der untern Oberfläche der Röhre und darum bestrebte es sich, in horizontaler Richtung sich zu verbreiten, und darum musste es naturgemäss dem schon aufgelockerten Erdreich da sich mittheilen, wo einmal die Zweigröhre vorhanden war, weil es weniger Widerstand leistete, und dann wandte es sich gegen die Mitte der Umfassungsmauer, die mit dem von der Familie Caimi bewohnten Flügel verbunden war, wobei es so eine Strecke von 2.67 Meter durchlief.

Aber man wird sagen können, warum hat sich das Gas nicht bis zur Oberfläche der Strasse verbreitet und sich dann der Luft mitgetheilt? Die Antwort darauf ist, dass bei strenger Kälte die Häuser, in welchen es wärmer ist als aussen, beträchtliche Mengen Grundluft aspiriren, wie aus den Untersuchungen von Pettenkofer hervorgeht, welcher in seinen in Dresden gehaltenen populären Vorträgen über die Luft in ihrem Verhalten zu Kleidung, Wohnung und Boden mehrere ähnliche Fälle von Leuchtgasvergiftung mitgetheilt und durch Aspiration der Grundluft erklärt hat.

An der Umfassungsmauer angekommen, schwängerte es die ganze Hälfte derselben, welche in Verbindung mit dem von der Familie Caimi bewohnten Flügel steht, indem es durch die leeren Stellen zwischen den Steinen, durch den porösen Mörtel und zwischen den äussern Mörtelbewurf drang, der an vielen Stellen von der Mauer los war. In dieser Weise erreichte es den Flügel, wo die Caimi wohnten, nach Durchlaufung eines 4.77 Meter langen Weges. Dass die Umfassungsmauer mit Gas geschwängert war, wird dadurch bewiesen, erstens dass bei Annäherung der Nase an die verschiedenen Löcher, die die Mauer hatte, man einen entschiedenen Gasgeruch verspürte und zweitens, dass bei Annäherung eines brennenden Zündhölzchens an dieselben ein Knall erfolgte.

Nachdem das Gas einmal in Berührung mit der Mauer der Wohnung der Caimi gekommen war, drang es durch die Ritzen der Mauer, einen Weg von drei Metern zurücklegend, und gelangte so in das Zimmer, wo die Caimi schliefen, und zur selben Zeit in das darunter befindliche Gewölbe. Zum Beweis davon dient, dass sich in dem Zimmer, wo die Vergiftung stattfand und genau in der Nähe des Fensters, welches auf den Hof geht, einige Mauerrisse fanden, an denen man mit aller Sicherheit den charakteristischen Geruch des Leuchtgases wahrnahm.

Folglich drang das Leuchtgas in das Zimmer, wo die Caimi schliefen, nach Zurücklegung eines Weges von einer Länge von 10.44 Metern.

Ad 4). Um gut zu verstehen, wann die Vergiftung erfolgte, ist es nöthig, etwas über die Beleuchtung der Stadt vorauszuschicken.

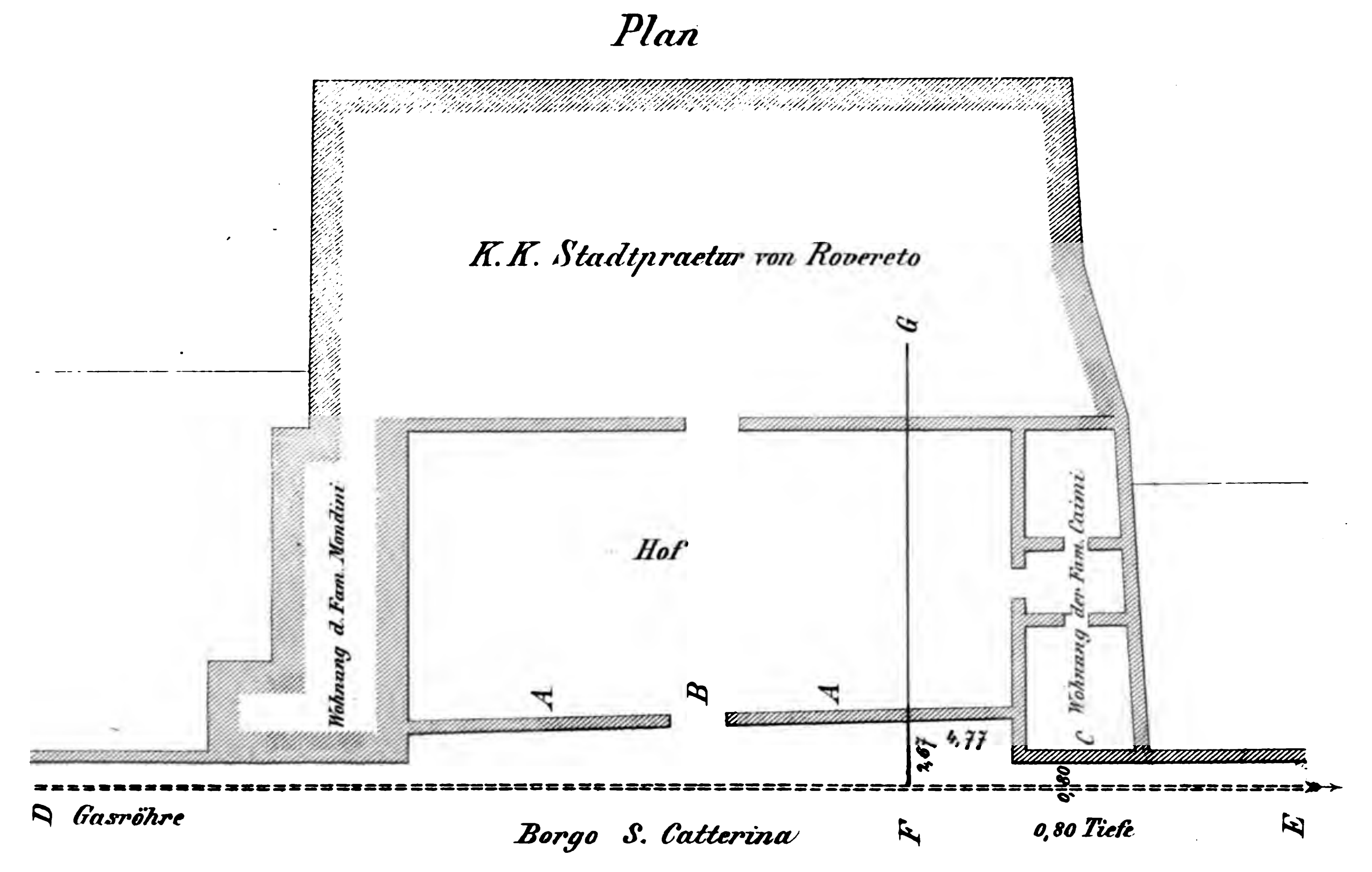
Am 1. Januar 1875 brannten in den Strassen der Stadt von 4 Uhr 30 Minuten Nachmittags bis 10 Uhr Nachts 114 Gasflammen und von 10 Uhr in der Nacht des 1. Januar bis 7 Uhr Morgens den 2. Januar 86 Gasflammen.

In diesen Gasverbrauch und darum in den verschiedenen Druck auf das Innere der Hauptröhre rechne ich die private Gasbeleuchtung nicht, weil sie nicht so gross ist, dass sie unsern Schluss merklich beeinträchtigen könnte.

Es ist kein Zweifel, dass während der ganzen Nacht vom ersten auf den zweiten Januar das Leuchtgas in das Zimmer drang, wo die Caimi schliefen. Aber dies kann nur in geringen Mengen geschehen sein, wie dies sicher auch in den Nächten stattfand, die der Vergiftung vorausgingen. Daher drang, nach unserer Meinung, das Leuchtgas in solchen Mengen, die die rasche Vergiftung der Inwohner bewirkten, erst in dem Augenblicke in das Zimmer, in welchem die 86 Gashähne geschlossen wurden und in welchem darum der Druck des Leuchtgases auf die Wände der Hauptröhre in beträchtlicher Weise vermehrt wurde.

Diese Thatsache wird durch folgende Betrachtungen richtig:

1. Der Frost steigerte sich hauptsächlich gegen Morgen,


Plan
K.K. Stadtpraetur von Rovereto
Hof
Wohnung d. Fam. Mondini
C Wohnung der Fam. Caimi
A
B
A
G
4,77
0,80
D Gasröhre
Borgo S. Catterina
F
0,80 Tiefe
E


UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

2. gegen 6 Uhr am Morgen des 2. Januar hörte der Vater das Aechzen,

3. durch den Zustand, in welchem die Bewohner des vom Gas erreichten Zimmers gefunden wurden.

Wenn dieses vom Gas verursachte Unglück auch nichts Neues in Bezug auf die Erscheinungen der Vergiftung an den Leichen bietet, so verdient es nichtsdestoweniger alle Aufmerksamkeit, da es sich in einem Hause ereignete, in welches das Gas nicht geleitet war und weil das letztere, um in das Unglückszimmer zu gelangen, einen Weg von ungefähr zehn und einen halben Meter zurücklegen musste.

Diene uns also eine solche Thatsache zum heilsamen Beispiel; und um weitere Unglücksfälle zu vermeiden, machen wir uns den durchdringenden Geruch des Leuchtgases zu Nutzen, welcher uns dessen Gegenwart schon verräth, auch wenn es noch für die Gesundheit unschädlich und unfähig zu explodiren ist, denn Tourdes hat bewiesen, dass man den charakteristischen Geruch noch verspürt, wenn es mit 750 Raumtheilen atmosphärischer Luft vermischt ist, und Devergie, dass es nicht mehr explodirt, wenn es mit mehr als 11 Raumtheilen atmosphärischer Luft vermengt ist.

Mögen also vor Allem die Direktoren der Gasfabriken über einen allzu grossen Gasverlust wachen, mögen Alle der öffentlichen Sicherheit vorgesetzten Organe und auch alle Bürger wachen, und wenn sie durch den Geruch gewahren, dass an irgend einem Orte Gas ausströmt, so mögen sie schleunig die Ursache aufsuchen, weil Unglücksfälle dieser Art selten geheilt, wohl aber vermieden werden können.

Spectralanalytische Bestimmungen des Hämoglobin-gehaltes des menschlichen Blutes.

Von

Dr. med. Max Wiskemann

aus Marburg.

Der Hämoglobingehalt des Blutes wurde bis jetzt nach vier Methoden bestimmt.

Man berechnete ihn einmal nach dem Eisengehalt der untersuchten Blutmenge, sodann aus dem Grade der Verdünnung, durch welche der Farbenton einer dem Gehalt nach bekannten Hämoglobinlösung erzielt wird (colorimetrische Methode), ferner auf spectroscopischem Wege (Preyer), endlich nach der Vierordt'schen Methode der quantitativen Spectralanalyse.

Die beiden ersten Methoden kommen für die Hämoglobinbestimmung des Blutes des lebenden Menschen kaum in Betracht; beide entbehren der genügenden Zuverlässigkeit, die Eisenmethode erfordert ausserdem viel Zeit und eine zu grosse Blutmenge.

Die spectroscopische Methode von Preyer tritt der Idee, Hämoglobinbestimmungen des menschlichen Blutes zur Entscheidung physiologischer und klinischer Fragen zu verwerthen, mächtig näher und ihr Entdecker weist auf diese Aufgabe hin. Preyer's Methode beruht bekanntlich darauf, dass nach allmählich bewirkter Verdünnung des Hämoglobins in 1 cm. dicker Schicht auf 0.8 % unter bestimmten, ein für allemal experimentell festgestellten und bei jeder neuen Untersuchung genau einzuhaltenden optischen Nebenbedingungen in der Gegend von b des Absorptionsspectrums

die erste Spur des Grün in Wahrnehmung tritt, so zwar, dass eine wenig stärkere Concentration es wieder schwinden lässt, eine nur wenig stärkere Verdünnung die Breite und Helligkeit des aufgetretenen Farbenstreifs sichtlich vermehrt.

Vierordt's Methode der quantitativen Spectralanalyse hoffe ich durch nachfolgende Erörterung auch dem minder Eingeweihten in ihren Hauptumrissen [1]) klar zu legen.

Am förderlichsten wird es sein, zunächst die wichtigsten Eigenthümlichkeiten in den Einrichtungen und der Art der Aufstellung des Gesammtuntersuchungsapparates zu betrachten:

Vor Allem hat Vierordt die Eintrittsspalte seines Spectroscopes wesentlich modificirt. Die eine der sie begrenzenden Wände ist in ihrer Höhenmitte horizontal durchschnitten, jede Hälfte dieser Wand (eine obere und untere) in der Trennungslinie mittelst einer minutiösen Schraubenvorrichtung für sich an der anderen verschiebbar, so dass für die obere und untere Hälfte der Eintrittsspalte innerhalb gewisser Grenzen eine beliebige Breitendifferenz, und zwar sehr leicht und rasch sich erzielen lässt. Vorläufig nehmen wir die Breite der untern Spalthälfte als constant (= 100 = 0.2 mm. „Grundweite") an, nur die der obern als beweglich; ihre jeweilige Breite ist nach Procenten der Grundweite direct leicht ablesbar, in dubio besitzt auch sie die Grundweite.

Das Untersuchungsgefässchen wird zur Hälfte mit einer geeigneten Hämoglobinlösung [2]) (200fache Verdünnung) gefüllt und dann auf einem stellbaren Träger unmittelbar vor der Eintrittsspalte des Spectroscopes in der Weise aufgestellt, dass der Spiegel der Untersuchungsflüssigkeit mit der Trennungslinie jener einen Spaltenwand in ein Niveau zu liegen kommt.

Die Lichtquelle besteht in der Flamme eines Petroleumflachbrenners.

---

1) Zur nähern Würdigung der Vierordt'schen Methode der quantitativen Spectralanalyse ist ein genaueres Studium der bezüglichen Vierordt'schen Monographie unerlässlich. („Die Anwendung des Spectralapparates zur Photometrie der Absorptionsspectren und zur quantitativen chemischen Analyse von Dr. Karl Vierordt, Tübingen 1873, Verlag der Laupp'schen Buchhandlung.")

2) Die Hämoglobinlösung ist hier natürlich nur Paradigma beliebig einfach gefärbter Flüssigkeiten.

Ist die Lampe, das Spectroscop und das Untersuchungströgchen in die richtige Stellung gebracht, so ist es leicht, das Spectrum zu sehen.

Wir erblicken dasselbe durch einen mehr oder weniger breiten dunkeln Horizontalstreif in eine untere und obere Hälfte geschieden; rütteln wir ganz wenig am Ständer des Untersuchungsgefässchens, so begibt sich jener Streif alsbald zugleich mit dem Spiegel der Flüssigkeit in fluctuirende Bewegung; seine Erscheinung ist durch den Untergang von Lichtstrahlen an der Grenze zwischen Luft und Flüssigkeit bedingt, er muss Bewegung zeigen, sobald diese zu schwanken beginnt. Vergegenwärtigen wir uns jetzt, dass unser Spectrum ein reelles Bild ist, so leuchtet ein, dass seine obere Hälfte („Absorptionsspectrum") jenen Bruchtheil von Lichtstrahlen in sich begreift, den die untere Spalthälfte aus der absorbirenden Flüssigkeit noch gleichsam rettend aufnahm — dass die untere Hälfte unseres Spectrums („reines Spectrum") die Lichtmenge umfasst, die oberhalb der Flüssigkeit, ohne durch Absorption geschwächt zu werden, in die obere Hälfte der Spalte einstrahlte — endlich, dass die auffallendste Erscheinung, dunklere Verticalfelder im Absorptionsspectrum, besonders im Bezirk des Grün, sich einfach erklärt aus dem Verlust von Lichtstrahlen durch Absorption in der farbigen Lösung.

Die Menge der in einer beliebigen Region des Absorptionsspectrums noch übrig bleibenden Lichtstrahlen können wir aber messen[1]; aus jener ergibt sich weiter die Concentration der färbenden Flüssigkeit.

Wie wird nun solches Messen vorgenommen?

Von einer beliebigen Weite der für die ungeschwächten Strahlen zum Eintritt dienenden Spalthälfte ausgehend, regulirt man dieselbe (sie erweiternd oder verengend) derart, dass die Lichtstärke des reinen Spectrums gleich wird derjenigen des Absorptionsspectrums. Wurde nun hierbei gegebenen Falles die obere Spalthälfte auf die

---

1) Jeder beliebige mittelst zweier in der Ebene des Spectrums angebrachter Schieber leicht abzugrenzende Bezirk des Spectrums (man untersucht vor allem die dunklen Absorptionsbänder im Grün) liefert ein selbstständiges Resultat.

Breite „30" reducirt, so lässt sie noch die Lichtmenge „30" [1]) eindringen; dieselbe Lichtmenge nimmt der untere Spalt (von der Weite „100") aus der absorbirenden Flüssigkeit auf; „30" ist die nach der Absorption restirende Lichtmenge.

Wie berechnet sich nun die Concentration aus dem Werthe der restirenden Lichtmenge?

Ein von Bunsen erwiesenes Gesetz lehrt, dass die Concentrationen zweier durch dieselbe chemische Substanz gefärbter Flüssigkeiten sich verhalten wie die Exinctionscoëfficienten, d. h. die negativen Logarithmen der nach der Absorption restirenden Lichtmenge.

In dem kurz vorher angeführten Beispiel ist die restirende Lichtmenge = 30; beträgt sie bei einer anderen Untersuchungsprobe 40, so verhalten sich die Concentrationen beider wie $\frac{-\log 30}{-\log 40}$. Man erhält hiernach in den gefundenen Exstinctioncoëfficienten zunächst einen relativen Werth, der jedoch sofort leicht in einen absoluten sich umrechnen lässt, sobald der Concentrationsgrad einer einzigen Probe, deren Exstinctionscoëfficient wir bestimmten, bekannt ist.

Es liegt mir hier fern, die Methode Vierordt's und Preyer's in eingehender Erörterung einander gegenüber zu stellen. Nur einige Punkte will ich berühren, welche mir Preyer's Methode, namentlich für meine speciellen praktischen Zwecke, minder geeignet erscheinen lassen, als die der quantitativen Spectralanalyse.

Beide Methoden beruhen, allgemein ausgedrückt, auf der Wahrnehmung möglichst kleiner optischer Differenzen. Nicht Alle aber unterscheiden mit gleicher Schärfe, und Jeder, der auf spectroscopischem Wege gewonnene Resultate uns vorweist, muss zuvor sich erprobt haben und Zeugniss ablegen, wie fein zu untersuchen er vermag. Wer nach Vierordt's Methode arbeitet, kann ausserordentlich leicht und einfach sein optisches Leistungsvermögen prüfen. Dieses Prüfen tritt für die erste Einübungszeit als solches in den Vordergrund, ist aber, gleichsam haftend an der Methode, von jeglichem Untersuchen überhaupt unzertrennlich.

Einfach jenes oben erörterte spectrometrische Verfahren an der nämlichen Untersuchungsflüssigkeit beliebig oft wie-

1) Diejenige Lichtmenge, die der „100" breite Spalt von der ungeschwächten Lichtquelle empfängt, wird mit „100" bezeichnet.

derholend, erhalten wir in den Verhältnisswerthen der jeweils gefundenen Exstinctionscoëfficienten ein genaues Maass der individuell bedingten Schwankungen der Einzelmessung. [1])

Wiederholt aber wird jede neue Blutprobe schon darum gemessen, um in dem Mittelwerthe aus zahlreichen Einzelmessungen der Wahrheit möglichst nahe zu kommen.

So liegt in der Art unseres Untersuchens zugleich für uns der Zwang, stets unsere eigenen Aufsichtiger zu sein, dass unsere Arbeit fein sauber geräth.

Es war mir von vornherein ein ausserordentlich beruhigendes Gefühl, mich fortwährend controliren zu können. Bald lernte ich den unschätzbaren Werth der stetigen Beaufsichtigung des spectroscopischen Messens kennen, indem ich fand, dass die Leistungsfähigkeit unserer Augen in der verlangten Richtung keineswegs so constant ist, als man wohl annimmt.

So muss zum Beispiel unter den bestimmten, von mir eingehaltenen Untersuchungsbedingungen (Grad der Verdünnung etc.) die Erregbarkeit meines Untersuchungsauges (rechtes) jedesmal durch seine Arbeit erst etwas abnehmen, bevor ich die Höhe meiner Leistung erreiche; etwa 1/4 Stunde nach Beginn jeder Sitzung erziele ich die geringsten Schwankungen. Bald früher, bald später erlahmte jeweils mein Auge und wurde nach 1 1/2—2stündiger Untersuchung meist unsicher. Störungen meines Allgemeinbefindens beeinflussten gleich anfangs einige Mal die Untersuchung.

Grössere Schwankungen machten mich wiederholt auf begangene Fehler aufmerksam.

Solche grössere Differenzen unter den Resultaten der Einzelmessungen kamen z. B. vor, als ich bei meinen Uebungsversuchen die beiden Hälften des Spectrums behufs Vergleichung ihrer Helligkeit, das eine Mal mit der untern, das andere Mal mit der oberen beginnend, nach einander und zwar etwas länger betrachtet hatte. Sehr bald wurde mir klar, dass man beide Hälften gleichzeitig ins Auge fassen muss.

Einige Zahlen, welche die bei den Einzelmessungen restirenden Lichtstärken in der Region des zweiten Absorptionsbandes des Oxyhämoglobins angeben, legen für meine nach verhältnissmässig kurzer Zeit erlangte Leistungsfähigkeit Zeugniss ab.

---

1) Meine unten angegebenen Zahlen sind die aus 4—10 Messungen gewonnenen Durchschnittswerthe.

1. Junger Mann:

a) 30.5 — 30.4 — 30.8 — 30.5 — 30.4 —

b) dasselbe Individuum; die Blutprobe ist auf etwas andere Art gewonnen: 32.3 — 32.3 — 32.4 — 32.0 —

2. 26jährige Schwangere:

47.6 — 46.5 — 46.5 — 46.4 — 46.6 —

3. 17 Stunden altes Kind:

21.0 — 21.6 — 21.0 — 21.5. —

Die grössten überhaupt vorkommenden Differenzen der in den Einzelmessungen gefundenen Lichtstärken bei den von mir verwertheten Untersuchungen sind = der Lichtmenge „1.5", während die Mehrzahl der Einzelmessungen in ihren Werthen sich sehr nahe steht, so dass der begangene Fehler die Lichtmenge „0.5" sicher nicht übersteigt. Wenn ich nun statt 25.1 z. B. 25.6 annehmen würde, so entsprächen diesen Zahlen als Ausdruck des relativen Hämoglobingehaltes die Zahlen 600 und 591, d. h. es würde in Bezug auf die ideale Zahl 600 ein Fehler von 1.5 % begangen. Die annähernd zutreffenden Werthe für den procentigen Gehalt des Blutes an Hämoglobin könnten höchstens um 0.2 differiren (statt 13 % könnten z. B. allenfalls 12.8 % oder 13.2 % angenommen werden).

Wenn ich gegenüber den vorstehenden Betrachtungen nur betone, dass Preyer mit einer einzigen Untersuchung seine Blutprobe so zu sagen abgenutzt hat, dass er zur Controle seiner Augen wie zur Zuspitzung seiner Resultate frische Untersuchungsflüssigkeiten herstellen muss und dazu noch etwa 30mal so viel Blut nöthig hat, als Vierordt, so werde ich damit wohl jeden Zweifel beseitigen, welche von beiden Methoden, selbst wenn ich beide als ihrem Wesen nach gleichberechtigt anerkennte, speciell für meine Zwecke den Vorzug verdient.

Ehe die Zusammenstellung meiner nach der Vierordt'schen Methode gemachten Beobachtungen, welche ich im physiologischen Laboratorium zu Tübingen ausgeführt habe, folgt, will ich die von Herrn Professor Vierordt angewandte und auch von mir benutzte Methode zur Bestimmung des Hämoglobingehaltes des Menschen-

blutes mit Zuhilfenahme von blos sehr kleinen Blutmengen noch kurz berichten.

Mittelst einer Pipette von genau gekanntem Inhalte wird das Blut einer kleinen Stichwunde aufgesogen und vorsichtig in das einer gewissen Verdünnung entsprechende Quantum destillirten Wassers ausgeblasen, dann rasch mittelst eines feinen Glasstäbchens die gleichmässige Vertheilung des Blutes bewirkt. Die zur Verwendung kommenden Glaströgchen erfordern etwa eine Menge von 2—3 Cubik-Centimetern Flüssigkeit. — Die von mir zu meinen Untersuchungen verwandte Pipette hat einen Inhalt von 0.0163 C.-Centim. und erfordert somit für die durchgehends von mir hergestellte 200fache Verdünnung 3.24 C.-Centim. destillirten Wassers. [1]) Noch hebe ich hervor, dass ich die vortrefflichen Schulz'schen Flüssigkeitsbehälter (siehe Vierordt, Zeitschrift für Biologie Band X, Seite 43) verwandte.

Nachstehend folgen in Gruppen geordnet die von mir untersuchten Einzelfälle. Jedem nach Alter, allgemeinem Kräftezustand etc. kurz charakterisirten Individuum ist jedenfalls eine [2]) Zahl beigegeben, sie ist der für das zweite Absorptionsband des Oxyhämoglobins gefundene, auf 100fache Verdünnung und 1 Centim. dicke Durchstrahlungsschicht bezogene Exstinctionscoëfficient und repräsentirt für uns (siehe weiter unten) den direct vergleichbaren Werth [3]) des Hämoglobingehaltes in der Volumeinheit Blut.

1) Die relative Constanz der Untersuchungsresultate bei verschiedenen von dem gleichen Blute hergestellten Proben bewies mir, dass ich das verlangte Verhältniss mit Sicherheit herstelle.

2) Findet sich noch eine zweite und dritte Zahl, so ist die zweite der entsprechende Exstinctionscoëfficient für die zwischen beiden Absorptionsbändern gelegene Region, die dritte aber ist gefunden nach der Proportion: $\frac{\text{Zahl 2}}{100} = \frac{\text{Zahl 1}}{x}$.

3) Im Verlauf meiner Arbeit bemesse ich nach jenem zugleich die relative Anzahl der rothen Blutkörperchen. Nach den Untersuchungen Duncan's können freilich Schwankungen des Hämoglobins im Blute durch Schwankungen desselben im einzelnen Blutkörperchen bedingt werden; in den von mir hauptsächlich hervorgehobenen Fällen (Hämoglobinverlust durch Blutung, Fall von asthenischer Pneumonie) ist an diesen Causalnexus mit Sicherheit nicht zu denken. Immerhin mag der Leser seine eventuelle Zulässigkeit für jeden Einzelfall im Auge behalten.

Es ist mir wahrscheinlich, dass die Bestimmung der Hämoglobindichte des Blutes für sich der Beantwortung zweier nicht minder wichtiger, verwandter Fragen uns näher bringen wird, einmal der nach dem Volum der Gesammtblutmenge, sodann jener nach der Albumindichte des Blutes.

Zur Anbahnung einer näheren Beurtheilung der Gesammtblutmenge handelt es sich vorerst darum, über deren Schwankungen eingehender sich zu unterrichten, indem wir jene Fälle besonders beachten, in denen eine gefundene Zu- oder Abnahme des Hämoglobingehaltes nur aus einer Ab- oder Zunahme der Gesammtblutmenge uns erklärlich ist. (Siehe den Fall von asthenischer Pneumonie.) Auch experimentell lässt sich hier forschen, indem man z. B. durch Einführung grosser Flüssigkeitsmengen eine Verdünnung des Blutes herbeizuführen sucht.

Der Beantwortung unsrer zweiten, für alle mit serösen Transsudationen einhergehenden pathologischen Zustände hochwichtigen Frage sind wir näher gerückt, sobald auch nur allgemeinere [1]) Quantitätsbeziehungen zwischen dem Verlust an Hämoglobin und Albumin sich ergeben; auf der einen Seite wird das Albumin als stofflich beweglicher bei einem Allgemeinleiden leichter verzehrt [2]) werden, auf der andern Seite wird es zum Theil als Intercellularflüssigkeit sich einigermassen zäh halten.

---

1) Schon solche werden zu bestimmteren Vorstellungen von der Albumindichte im Blute führen. Nehmen wir einmal; das von C. Schmidt nach seiner Methode bei einem gesunden 25jährigen Manne gefundene Mengenverhältniss zwischen dem Globulin, Albumin und Wasser des Blutes (etwa = 4 : 1 : 20 [8.4 in den Blutzellen, 11.6 im Plasma]) als Norm an, setzen wir ferner die Blutmenge als constant voraus, das Verhältniss der betreffenden Exstinctionscoëfficienten = 4 : 3, den Albuminverlust aber als relativ gross zu dem an Hämoglobin, so ergibt eine einfache Rechnung, dass das Plasma eine nur mehr halb so concentrirte Lösung von Albumin darstellt als im gesunden Zustande.

2) Panum fand im Blute hungernder Thiere Faserstoff und Blutzellen in normalen Mengen, nur die Albuminstoffe des Serums vermindert. — Das Blut der besonders besprochenen Schwindsüchtigen floss dünn wie Wasser aus der gesetzten Stichwunde und hatte demnach jedenfalls mehr an Albumin als an seinem Hämoglobin eingebüsst.

A. Physiologische Fälle.

I. Junge Männer.

1. 24jähr. gesunder Student	1.393		
2. 27jahr. kräftiger Student	1.121	0.763	147
3. 25jähr. kräftiger Student	1.209	0.857	141
4. 22jähr. kräftiger Student			
a) Blut vom r. Vorderarm, es wurde eine kleine Vene getroffen	1.137	0.906	125
b) aus dem Finger	1.096	0.847	129
5. 24jähr. gesunder Student			
a) r. 4ter Finger	1.002	0.760	145
b) l. 3ter Finger	—	0.750	
6. Derselbe einige Tage später nach Excessen in Baccho	0.949		
7. 21jähr. sehr kräftiger Mann (Proletarier)	0.929	0.739	125
8. 33jähr. sehr blühender Wirth (184pfündig)	1.002		
9. 21jähr. gesunder Student			
a) Kleiner Einstich in die Mitte der Nagelphalanx des rechten zuvor mit einer Bürste frottirten Mittelfingers; es war ein ziemlicher Druck erforderlich, um das nöthige Blutquantum zu gewinnen	1.042		
b) Tiefer Einstich in denselben Finger seitlich vom ersten, der Finger war zuvor in Eiswasser gekühlt	1.031		
c) Drei Minuten später aus der letzteren Wunde abgeflossenes Blut. Der Finger war inzwischen in Eiswasser gehalten, hatte reichlich fortgeblutet, das ausgeblasene Blut bildete zunächst kleine Coagula	0.995		

II. Junge Mädchen und Frauen.

1. 23jähr. gesundes Mädchen, vor 2 Jahren etwas bleichsüchtig	0.937		
2. 18jähr. sonst gesundes Mädchen mit epilept. Anfällen			
a) erste Partie des abgeflossenen Blutes	0.854		
b) aus derselben Wunde weiter abgeflossenes Blut	0.851		
3. 29jähr. grosse, gesunde, nie bleichsüchtige Person	0.949		
4. 25jähr. blühende Frau, war nie bleichsüchtig, wurde im Winter an partieller Peritonitis in Folge eines Kothtumors etwa 4 Wochen lang behandelt. Seit 2 Tagen Periode	0.824		
5. 22jähr. sehr kräftiges Mädchen, stets gesund, seit dem 15. Jahr regelmässig menstruirt	0.989		
6. 21jähr. sehr kräftiges Mädchen, immer gesund, regelmässig menstruirt, ziemlich fett	0.989		
7. 24jähr. gesunde Person, ziemlich gross und wenig fett, Kochjungfer	1.048		
8. 20jähr. gesundes Mädchen, ziemlich fett, 126pfündig	0.934		
9. Junge Frau, die vor längerer Zeit bei der Geburt einen etwas stärkeren Blutverlust erlitt	0.931		
10. 25jähr. kräftiges Mädchen, vor 2 Jahren etwas bleichsüchtig	1.003		
11. 26jähr. sehr kräftiges Mädchen	0.978		
12. 17jähr. rothwangiges Mädchen, Lippen etwas bleicher	0.934		
13. 27jähr. Frau, hat 2 mal geboren, stillt ihr ½jähriges Kind noch, war nie bleichsüchtig	0.952	0.802	118

III. Schwangere (Ende der Schwangerschaft resp. eben Entbundene).

1. 27jähr. (9. Monat der I. Schwangerschaft) früher stark bleichsüchtig, auch im Beginn der Schwangerschaft sehr bleich, in der letzten Zeit mehr erholt	0.800	0.642	125
2. 30jähr. (in den letzten Tagen der 2ten Schwangerschaft) war stets gesund, nie bleichsüchtig, mittlere Grösse, mittl. Ernährungszustand	0.942	0.666	141
3. 23jähr. (Anfang des 8. Monats), kräftig gebaut, blühend, dralle Natur, nie bleichsüchtig	0.949		
4. 23jähr. gesunde Erstgeschwängerte (9. Monat) war nie krank, nie bleichsüchtig	0.795	0.591	137
5. 20jähr. (im 9. Monat schwanger) war stets gesund, nie bleichsüchtig	0.813		
6. 21jähr. sehr kleine Person (letzter Monat) hat im 15. Jahr angeblich ¾ Jahr lang an Rückenmarksentzündung krank gelegen, war im 19. Jahr etwas bleichsüchtig	0.628	0.483	130
7. 24jähr. (9. Monat), war immer etwas schwächlich, soll seit einigen Jahren an der Brust leiden, Athemnoth bei Anstrengungen	0.929		
8. 24jähr. gesunde, nie bleichsüchtige Schwangere (9. Monat), die Frau hat bereits zweimal geboren, ist ziemlich klein	0.831	0.711	117
9. 34jähr. hochschwangere schmale, ziemlich grosse, blasse Person, hat vor zehn Jahren einen schweren Typhus durchgemacht, seitdem ist sie immer kränklich, war auch bleichsüchtig	0.701		
10. 20jähr. (9. Monat) nie bleichsüchtig, immer gesund, Lippen leicht cyanotisch	0.842		
11. 25jähr. seit einem Tag entbundene, kräftige blühende Wöchnerin	0.970		

12. 26jähr. immer gesunde, nie bleichsüchtige, kräftige, aber blasse Person (9. Monat)			
a) r. Mittelfinger, es bedurfte eines ziemlich starken Druckes um das nöthige Blut zu bekommen	0.661		
b) r. Mittelfinger; von dem etwas später reichlich nachgeflossenen Blute	0.646		
13. 24jähr. kräftige, immer gesunde, nie bleichsüchtige eben Entbundene; das Blut wurde noch vor Expression der Placenta entnommen	0.868		

IV. Blut von Neugeborenen, aus der Nabelarterie und aus dem mütterlichen Theile der Placenta.

1. 8tägiges kräftiges Kind	1.265		
2. 10tägiges kräftiges Kind	1.303	1.066	122
3. 17stündiges Kind (Kind der unter III. Nr. 1 der Schwangern aufgeführten blassen Person), das Blut wurde durch Einstich in die zusammengedrückten Hautfalten einer Hinterbacke gewonnen, es bedurfte dazu eines ziemlich starken Druckes, das Blut trat ganz dunkel blauschwarz aus	1.343	1.105	121
4. 14tägiges, schwächliches Kind; das Blut wurde wie bei Nr. 3 gewonnen	1.163		
5. Blut aus der Nabelarterie eines kräftigen Mädchens	1.250		
6. Blut aus der Nabelarterie	1.343		
7. Blut aus der Nabelarterie	1.265		
8. Blut aus dem mütterlichen Theile der Placenta, aus der Vagina während Expulsion des seit einigen Stunden abgestorbenen Kindes in geringer Menge ausgeflossen. Die zugehörige Mutter ist unter III. Nro. 11 der „Schwangern und Neuentbundenen" aufgeführt	1.246		
9. Von dem während der Expression der Placenta aus der Vagina reichlich ausgeströmten Blute. Die betreffende Frau ist unter III. Nr. 13 der „Schwangern und Frischentbundenen" aufgeführt	0.818		

B. Pathologische Fälle.

I. Durch Blutverluste oder doch vorwiegend durch solche bedingte Abnahme des Hämoglobins im Blute.

1. Junger kräftiger, sonst stets gesunder Mann, erlitt durch eine complicirte Armfractur vor 14 Tagen einen sehr starken Blutverlust. Nach 14 Tagen als geheilt entlassen	0.471		
2. 50jährige früher gesunde Frau mit einem kindskopfgrossen Fibroid in der Höhle des Uterus. Litt seit mehreren Jahren bis vor etwa 10 Wochen (Eintritt in die gynaekologische Klinik) an stärkeren Uterusblutungen	0.892	0.619	144
3. 50jährige sehr blasse Frau mit einem subperitonealen Uterusfibroid, welches den Bauch bis zur Grösse eines in den letzten Monaten schwangeren ausdehnt, bis zum Rippenbogen hinaufreicht. Früher starke Blutungen, in der letzten Zeit haben dieselben aufgehört	0.402	0.336	219

II. Durch Krankheiten bewirkte Abnahme des Hämoglobingehaltes des Blutes.

1. Phtisikerin, 35 Jahre alt, in extremis	0.768		
2. Phtisikerin, gegen 40 Jahre alt	0.528	0.419	126
3. 53jähr. Mann (Diabetes mellitus)	0.877	0.623	141
4. 51jähr. Mann (Diabetes mellitus)	0.926		
5. 57jähr. Patient (Empyem)	0.650	0.517	125
6. 32jähr. Patient (Empyem)	0.596		
7. 16jähr. Patient (Empyem)	0.664		
8. 28jähr. Mann (Coxitis?)	0.768		
9. 17jähr. Patient (Erysipelas faciei). Seit acht Tagen Temperaturen zwischen 40° C. und 41° C.	1.017	0.757	134
2te Untersuchung 8 Tage später, nachdem Abfieberung eingetreten ist			
a) kleiner Stich in den r. Mittelfinger, so dass zur Erhaltung des nöthigen Blutquantums ziemlich stark gedrückt werden musste	0.806	0.683	118
b) tieferer Stich in den r. 4ten Finger	0.809		
10. 36jähr. Patientin. (Asthenische Pneumonie)			
a) erste Untersuchung	0.443		
b) zweite Untersuchung	0.553		
11. 73jähr. Patient (Lymphosarcom der Leistendrüsen etc.)			
a) Erste Messung. Rapider Kräfteverfall in den letzten Tagen vor der Untersuchung, ganz auffallender Schwund alles Fettgewebes, während die Muskulatur noch leidlich kräftig ist	0.899		
b) Zweite Messung, 10 Tage nach der ersten vorgenommen	0.813		
12. 50jähr. Patientin Grosser Ovarientumor mit colossalem Ascites. Die Frau wurde bereits 9mal, das letztemal vor 8 Tagen punctirt	0.849		

Bemerkungen zu den untersuchten Fällen.

Ad I. Die geringe Anzahl der Beobachtungen und die immerhin ziemlich grossen Schwankungen unter den Einzelbeobachtungen verbieten einen Durchschnittswerth zu ziehen. Nr. 7 scheint die Erfahrungen Subbotin's (nach der Preyer'schen Methode in Voit's Laboratorium an Kaninchen gewonnen) zu bestätigen, dass nämlich der Hämoglobingehalt des Blutes mit dem Stickstoffgehalt der Nahrung steigt und abnimmt. Unser Proletarier lebt hauptsächlich von Brod und Apfelmost.

Ad II. Lassen wir Nr. 2, 4 und 13 unberücksichtigt, wozu wir guten Grund besitzen, so stellt sich eine so ausserordentliche Gleichmässigkeit zwischen den Einzelbefunden heraus, dass ich mich zur vorläufigen Aufstellung eines Mittelwerthes berechtigt glaube. Danach ist für junge gesunde Weiber von 20—30 Jahren für den Bezirk des 2. Absorptionsbandes unser Exstinctionscoëfficient 0.965. Im Allgemeinen steht der Hämoglobingehalt des Weiberblutes gegen den des Männerblutes zurück, ein Verhältnisswerth lässt sich bis jetzt noch nicht aufstellen.

Ad III. Aus meinen Untersuchungen ergibt sich, dass der Hämoglobingehalt des Blutes am Ende der Schwangerschaft im Allgemeinen vermindert sich zeigt, dass weit grössere Schwankungen (zum Theil sicher auf die grössere Ungleichheit in der Qualität der untersuchten Individuen zurückzuführen) desselben existiren, als bei nicht schwangeren Weibern, dass aber ein Heruntergehen unter das für nicht schwangere, im Wesentlichen gleich situirte Weiber aufgestellte Mittel nicht nothwendig ist (conf. Nr. 11).

Ad IV. Sehr interessant ist der grosse Reichthum an Hämoglobin im Blute Neugeborner, namentlich im Vergleich zum Hämoglobingehalt des mütterlichen Blutes.

Diese Thatsache stimmt mit den Erfahrungen von Denis und Panum, welche das Blut neugeborener Hunde reicher an festen Stoffen, resp. Blutkörperchen fanden, als dasjenige erwachsener Thiere. Nr. 8 beweist übrigens, dass unter Umständen das Blut des mütterlichen Placentartheiles dem Blute des Neugeborenen durch seinen Reichthum an rothen Blutzellen nahe steht. Nr. 9 dagegen, dass ein solches Verhältniss nicht stattzufinden braucht; ich hoffe,

für diese interessanten Fragen demnächst neue Zahlen beibringen zu können. Zwischen dem Blute der Nabelarterie und dem aus der Haut des Hinterbackens Neugeborener gewonnenen lässt sich ein wesentlicher Unterschied nicht constatiren, ebenso wenig eine merkliche Abnahme [1]) des Hämoglobins innerhalb der ersten Woche nach der Geburt.

An dieser Stelle möchte ich die Aufmerksamkeit auf die grossen Schwankungen in den Werthen der meinen Fällen eventuell beigefügten dritten Zahl lenken. Handelte es sich bei unseren Untersuchungen um reine Lösungen eines einfachen Farbstoffes, so dürften jene die an der Methode haftende sehr geringe Fehlerbreite nicht überschreiten. Zu ihrer Erklärung scheint vorläufig die Annahme gerechtfertigt, dass entweder feinste Trübungen der Untersuchungsflüssigkeit [2]) jeweils in verschiedenem Grade sich geltend machen — oder, dass wir mit mehreren verwandten Farbstoffen oder endlich mit Modificationen (verschiedenen Oxydationsstufen) des Oxyhämoglobins es zu thun haben.

Die in Rede stehende Erfahrung verbietet es, die Exstinctionscoëfficienten der untersuchten Spectralbezirke als absolut genaue Repräsentanten des Hämoglobingehaltes der betreffenden Blutprobe zu betrachten.

Die ausserordentlich geringen Differenzen unter den Exstinctionscoëfficienten für das 2. Absorptionsband in einer Reihe von Untersuchungen an möglichst gleichartigem Material (siehe die Bemerkung ad II. oben) berechtigt mich, gerade diese [3]) vorläufig in

---

1) Nach den Erfahrungen Subbotin's musste ich eine solche Abnahme erwarten. Subbotin fand das Blut vierwöchentlicher Hunde weit ärmer an Hämoglobin als das Blut erwachsener Thiere. Wie viel mehr musste jenes dem sehr hämoglobinhaltigen Blute Neugeborener gegenüber zurückstehen.

2) Bei geeigneter Beleuchtung erkannte ich in derselben stets feinsten Sonnenstäubchen ähnliche Körperchen.

3) Es ist ja leicht möglich, dass durch unwesentliche (färbende oder trübende) Beimischungen zu einem gleichartigen dominirenden Farbstoffe in der einen Spectralregion (z. B. in dem Bezirk zwischen beiden Absorptionsbändern) unverhältnissmässig grosse Schwankungen in der Absorption bewirkt werden, dass andere Spectralbezirke (z. B das 2. Absorptionsband) dagegen weniger derartig sich alteriren lassen.

Eine genauere Verfolgung dieser physiologisch so interessanten Frage ist dringend geboten.

dem Maasse als vergleichbare Werthe des Hämoglobingehaltes verschiedener Blutproben anzusehen, dass die Betrachtungen, die an meine Untersuchungen sich knüpfen, volle Geltung beanspruchen.

Die bis jetzt von mir vorgenommenen Modificationen in der Art der Blutentnahme (siehe die Tabelle) haben wesentliche Differenzen im Untersuchungsresultate nicht hervorgebracht. — Auch dieser Punkt bedarf noch einer weitern Verfolgung.

Während ich die Resultate meiner pathologischen Fälle in weitern Zwischenräumen verzeichnete, drängte mehr und mehr ein höchst einfaches und natürliches Eintheilungsprincip derselben sich auf, so zwar, dass auf der einen Seite Fälle sich präsentirten, in denen das Blut den übrigen Geweben gegenüber ganz vorwiegend gelitten hatte, auf der andern Seite solche, in denen es nicht vorwiegend, mehr gleichmässig mit dem übrigen Körper oder überhaupt wohl kaum ergriffen war.

So zeigte die zuerst angeführte, mit den weitgehendsten Zerstörungen der Lungen, mit Unterleibstuberculose behaftete, zum Skelett abgemagerte Phtisikerin 3 Stunden vor ihrem Tode einen verhältnissweise auffallend wenig veränderten Hämoglobingehalt. Ihr gegenüber findet die andere Gruppe in dem Mann mit starkem Blutverlust einen hervorstechenden Repräsentanten. Zu ihr zähle ich weiter den Fall von asthenischer Pneumonie. Die früher stets gesunde Patientin verlor innerhalb acht Tagen die Hälfte ihrer Blutkörperchen, ohne dass Hämorhagien zu Tage traten. [1]) Die durch eine zweite Untersuchung 8 Tage später constatirte, nicht unwesentliche Zunahme des Hämoglobingehaltes zu einer Zeit, wo nach Riesell-Huppert der Stickstoffumsatz des Körpers noch enorm gesteigert ist, findet, wie ich dies bereits oben andeutete, nur in einer Abnahme der Gesammtblutmenge ihre Erklärung.

---

1) Diese Beobachtung berechtigt zu der Erwartung, dass auf dem ganzen Gebiete der Infectionskrankheiten durch unsere Hämoglobinmessungen neue Gesichtspunkte sich ergeben werden.

Gering wiederum, wenn überhaupt vorhanden, war der Hämoglobinverlust bei der Patientin mit Ovarientumor und Ascites trotz beträchtlicher Eiweissverluste ihrer Säfte.

Fast ebensowenig hatte der Diabetes mellitus, ein rapid sich entwickelndes Lymphosarcom mit gleichzeitiger Ueberschwemmung des Blutes durch farblose Zellen den Hämoglobingehalt im Blute der allgemein sehr heruntergekommenen Individuen alterirt.

Mehr büssten die Patienten mit Empyem und die zweite Phtisikerin ein (durch Fieber? durch Eiterung? Säftevergiftung?).

Eine eingehendere Deduction der pathologischen Fälle findet sich in meiner bezüglichen, der Freiburger medicinischen Facultät eingereichten Dissertation von 1875 (Verlag von Ferd. Thiergarten).

Ueber den Ort des Fettansatzes im Thiere bei verschiedener Fütterungsweise.[1])

Von

Dr. J. Forster,

Privatdozent für Hygiene und Assistent am physiologischen Institute zu München.

In dem normal ernährten Thierkörper findet sich stets ein Vorrath von Fett oder fettähnlichen Substanzen, dessen Grösse von hoher Bedeutung für die stofflichen Vorgänge im Organismus ist. Von diesem Vorrathe kann unter gewissen Bedingnngen täglich ein Bruchtheil zerfallen, der in diesem Falle immer wieder ersetzt werden muss, wenn er nicht schliesslich bis auf eine das Leben bedrohende minimale Grenze herabsinken soll.

In früherer Zeit nun hatte man bekanntlich geglaubt, dass die im Thiere vorkommenden Fette nur mit der Nahrung in den Körper gelangten und so in demselben sich anhäufen könnten. Dieser insbesondere von französischen Landwirthen und Chemikern verfochtenen Ansicht trat Liebig entgegen, welcher die Meinung aussprach, dass bei den Pflanzenfressern die Bildung des Fettes hauptsächlich innerhalb des Thieres vor sich ginge und zwar auf Kosten der mit der Nahrung in den Körper eingeführten Kohlehydrate, welche in letzterem unter unbekannten Bedingungen sich zu den Thierfetten umwandelten. Da man sich den Uebergang der in den thierischen Flüssigkeiten unlöslichen Fette in die Zellen, in

1) Mitgetheilt in der Gesellsch. f. Morphol. u. Physiol. zu München am 17. Februar 1876.

welche eingeschlossen man die Fette im Körper fand, nicht leicht vorzustellen vermochte, andererseits aber den grossen Einfluss der Kohlehydrate in dem Futter der Nutzthiere auf die Mästung derselben vor Augen sah, so war Liebig's Anschauung trotz der anfänglich heftigen Widersprüche bald allgemein geworden, so dass man Stärkemehl und Zucker fast nur mehr mit dem Namen der Fettbildner belegte.

In der neuern Zeit nun hat die Lehre von der Quelle des Thierfettes sehr an Klarheit-gewonnen. Einmal zeigte Fr. Hofmann [1]) etwas einseitige Meinungen widerlegend, dass ein Uebergang des in der Nahrung genossenen Fettes in die Fettgewebe des Körpers sehr wohl stattfinden könne, und ebenso bewiesen Pettenkofer und Voit [2]) durch Messung der bei reichlicher Fettfütterung ausgeschiedenen Kohlensäure, dass Kohlenstoff hiebei in grösserer Menge und zwar in Form des Fettes im Körper aufgespeichert werden kann. Sodann aber ergab eine grosse Zahl von Versuchen der letzgenannten Autoren, dass das Fett eines der ersten Spaltungsprodukte des Eiweisses sein müsse und dass das von dem beständig zerfallenden Eiweisse abstammende Fett unter gewissen Umständen gleich dem Nahrungsfette im Körper sich ansammeln könne [3]). Die in den Thierorganismus eingeführten Kohlehydrate dagegen, so wurde dargethan, zerfallen auch bei reichlichster Zufuhr derselben in kurzer Zeit vollständig und können im Körper nicht in grösserer Menge und namentlich nicht, wie Liebig sich vorgestellt hatte, in der Form von Fett zurückbleiben [4]); indem jedoch die Kohlehydrate zerfallen, vermindert sich dafür die Zerstörung von Fett im Körper und es kann somit unter dem Einflusse einer reichlichen Fütterung von Kohlehydraten Fett im Organismus aufgespeichert werden, das entweder von dem Fette der Nahrung oder namentlich auch von dem Fette, das bei Eiweisszersetzung im Körper normaler Weise sich abspaltet, stammt.

---

1) Zeitschrift für Biologie, Bd. VIII, S. 153 u. ff.

2) Ebendaselbst Bd. V, S. 392 u. Bd. IX, S. 1 u. ff.

3) Ann. d. Chem. u. Pharm. II. Suppl. Bd. 1862 S. 52 u. 361 und Zeitschr. f. Biol., Bd. VII, S. 433 u. ff.

4) Zeitschrift für Biologie, Bd. IX, S. 435 u. ff.

Für die Entstehung des im Thiere vorhandenen Vorrathes von Fett hat man sonach zwei Ursachen: 1) die Aufspeicherung von Nahrungsfett, welches dem Organismus im Ueberschusse zugeführt wird, und 2) die Abspaltung von Fett aus Eiweiss im Körper und das Verbleiben daselbst mit dem Nahrungsfette unter dem Einflusse reichlich verzehrter Kohlehydrate.

Wie für die Entstehung des Fettvorrathes im Körper wirken natürlich auch für die Erhaltung desselben innerhalb weiter Grenzen die gleichen Ursachen.

Wenn man nun die beiden Quellen der Fettaufspeicherung im Thierkörper näher betrachtet, so fällt ein Unterschied zwischen denselben in's Auge, der zwar nicht von stofflicher Bedeutung, für den Organismus jedoch von grosser Wichtigkeit sein könnte.

Die in der Nahrung aufgenommenen Fette gelangen nemlich mit dem Chylus direct in die Blutbahn, von welcher aus sie theils den Organen zur Verarbeitung, theils aber auch Körperregionen, wie dem Unterhautgewebe, Mesenterium, dem Knocheninnern u. dgl. zugeführt werden, wo sie, wenn im Ueberschusse vorhanden, unter bestimmten Bedingungen, die wohl in der Vertheilung des Blutstromes zu suchen sind, reichlicher aufgestapelt werden.

Anders könnte es sich bei den Fetten gestalten, welche innerhalb des Körpers sich aus dem Eiweisse abspalten. Den Vorgang dieser Abspaltung muss man wohl in die Zellen des Thierkörpers verlegen und zwar ist einstweilen kein Grund vorhanden, denselben einem bestimmten Organe allein zuzuschreiben, sondern nach unserem heutigen Wissen müssen wir annehmen, dass die Fettbildung aus Eiweiss in jedem Organe entsprechend seiner Betheiligung an der Eiweisszersetzung überhaupt vor sich geht. Unter solchen Umständen erscheint es als möglich, dass die im Körper selbst gebildeten Fette unter günstigen Ansatzbedingungen sich vorzüglich an oder in der Nähe ihrer Bildungsstätte anhäufen und erst späterhin von da in die Blutbahn und sodann in die eigentlichen Fettgewebe gelangen.

Nach dieser Anschauung müssten sich also die im Körper gebildeten Fette hauptsächlich in den organisirten Elementen der Muskeln, der Leber etc. und zwischen denselben vorfinden, wäh-

rend eine reichliche Fettzufuhr durch die Nahrung in höherem Maasse eine Aufspeicherung von Fett in den sogenannten Fettgeweben nach sich zöge.

Für die Möglichkeit eines solchen Verhaltens dürfte der Umstand sprechen, dass man häufig in dem Fleische und der Leber verschiedener und wohlgenährter Thiere gleicher Art beträchtliche Differenzen in dem Fettgehalte findet, was sich am einfachsten auf eine zufällige Verschiedenheit in der Nahrungsmischung im obigen Sinne zurückführen liesse.

Ich habe geglaubt, hier vor einer Frage zu stehen, deren experimentelle Beantwortung nach beiden Seiten hin, ob positiv oder negativ ausfallend, von Werth erscheinen dürfte.

Eine bejahende Antwort müsste zu Betrachtungen leiten, die meiner Ansicht nach von einiger wirthschaftlichen und hygienischen Wichtigkeit sind. Es ist nämlich eine bekannte Thatsache, dass Thiere, welche mit zwar reichlichen aber relativ sehr stärkemehlhaltigen Futtermitteln ernährt werden, sowie Menschen, welche vorzugsweise an Kohlehydraten reiche Pflanzenkost, auch in grosser Menge geniessen, keine besondere Leistungsfähigkeit zeigen.

Man hat dies auf verschiedene Weise zu erklären versucht. So glaubte Liebig, dass durch die reichliche Pflanzennahrung dem Darme sehr viel innere Arbeit aufgebürdet würde, die natürlich nur auf Kosten der äussern mechanischen Leistungen geschähe. Andere, wie insbesondere Voit, nahmen daneben und sicherlich nicht mit Unrecht an, dass die Menge des Eiweisses, welche aus pflanzlichen Nahrungsmitteln resorbirt und somit thatsächlich dem Körper zu Gute komme, im Verhältnisse nicht sehr bedeutend wäre, so dass in diesen Fällen namentlich eine genügende Entwicklung der Muskelmassen nicht stattfinden könnte. Für den Menschen wurde dies durch Ausnützungsversuche [1]) zum Theile wahrscheinlich gemacht.

Immerhin aber scheinen diese Annahmen nicht völlig genügend zu sein, um jene allgemeine Erfahrung auch bei sehr reichlichem

---

1) Vergl. Hofmann in Voit's Bericht an die Münchener Akad.; Sitz.-Ber. d. bayer. Akad. Dezbr. 1869.

Genusse stärkemehlreicher Substanzen zu erklären. Würde aber das bei starker Zufuhr von Kohlehydraten aus Eiweiss sich ablagernde Fett mehr in den Muskeln und Drüsen etc. sich aufspeichern, so würde sich zu obigen Erklärungen noch die hinzugesellen, dass das hier sich anhäufende Fett als eine Art von mechanischem Hindernisse die Funktionen der Muskeln und Drüsen beeinträchtige und so eine geringere Leistungsfähigkeit des Körpers hervorrufe. Wenn sich das so verhielte, so müsste bei der Bestimmung und Wahl der Nahrung, namentlich für den Menschen mehr wie bisher auf ein richtiges Verhältniss der Fette zu den Kohlehydraten in der Zufuhr gesehen werden.

Dass aber das Fett im Körper in der That eine funktionsbeeinträchtigende Wirkung ausüben kann, dafür sprechen mehrere Gründe; so ist z. B. dargethan, dass ein an Fett reicher Organismus weniger Fett im Darme zu resorbiren vermag [1]), eine Thatsache, welche an eine mechanische Behinderung der Fettaufsaugung durch in den Darmwandungen abgelagertes Fett denken lässt.

Verhielte sich jedoch das in den Körper aufgenommene Nahrungsfett und das innerhalb des Organismus aus Eiweiss abgespaltene Fett in Bezug auf den Ort der Ablagerung gleich, würden also die an den verschiedensten Körperstellen gebildeten Fettmoleküle schliesslich gleich den im Darme aufgenommenen vorzüglich nur in gewissen Körperregionen abgelagert, so würde damit ein umfangreicher Beweis für die eigenthümliche Fähigkeit des Fettes, thierische Membranen innerhalb des lebenden Körpers zu durchwandern, gegeben sein.

Von diesen Gesichtspunkten aus habe ich nun versucht, die vorliegende Frage auf experimentellem Wege zur Lösung zu bringen.

Zu diesem Zwecke mussten Thiere, deren ursprünglicher Fettgehalt in den einzelnen Organen möglichst gering und annähernd bekannt war, verwendet werden. Ein solches Thier musste einige Zeit hindurch mit sehr viel Fett und möglichst wenig Eiweiss, ein anderes mit grösseren Mengen von Eiweiss und Kohlehydraten

1) Pettenkofer und Voit, über die Zersetzungsvorgänge im Thierkörper bei Fütterung mit Fleisch und Fett; Zeitschr. f. Biol., Bd. IX, S. 15.

gefüttert werden. Unter diesen Bedingungen durfte man erwarten, nach verhältnissmässig kurzer Zeit in den beiden Thieren einen kleinen Fettvorrath zu finden. Im ersten Falle stammte derselbe wohl nur aus dem Nahrungsfette; denn es ist anzunehmen, dass dieses leichter zum Ansatze kommen kann, als die geringe Fettmenge, welche bei der möglichst herabgesetzten Eiweisszersetzung im Körper sich bildet, da die letztere, innerhalb der Organe in feinen Molekülen und zunächst den Bedingungen des Zerfalles sich abspaltend, wohl leichter zersetzt wird als das zugeführte Nahrungsfett. In dem zweiten Falle aber, bei Fütterung mit fettfreiem Eiweisse und Kohlehydraten, kann der im Körper gefundene Fettzuwachs nur dem in ihm zerfallenen Eiweisse entspringen.

Die Bestimmung der Fettmenge in den einzelnen Organen und Geweben der Versuchsthiere gibt sodann den Aufschluss über den Ort der Aufspeicherung der beiden Fettarten.

Als Versuchsthiere nun wählte ich ausgewachsene Tauben, weil bei kleinen Thieren die Bestimmungen der Fettmengen in den verschiedenen Körpertheilen leicht und sicher auszuführen sind und weil den Tauben das erforderliche Futtergemische relativ einfach beizubringen ist.

Aus einer Anzahl von Beobachtungen war mir bekannt, dass Tauben von mittlerem Körpergewichte im Tage etwa 20—30 Grm. Gerste verzehren. Diese enthalten im Mittel etwa 2—3 Grm. Eiweiss, mit welchen sich die Thiere im Verein mit den in der Gerste enthaltenen stickstofffreien Substanzen erhalten können.

Nach einigen Vorversuchen nun fütterte ich im September und Oktober 1874 drei ausgewachsene kräftige Tauben mehrere Tage hindurch mit etwa der doppelten Menge, nämlich mit 5—6 Grm. getrockneten, gepulverten und mittelst Aether von allem Fett befreiten Pferdefleisches unter Zusatz von Wasser. Durch diese Fütterung durfte ich, wie bekannt, erwarten, bei einem relativ geringen Eiweissverluste von dem Körper der Versuchsthiere die letztern sehr fettarm zu machen, was auch durch die Analyse eines der Thiere bestätiget wurde.

Nachdem diese Fütterung sechs Tage gedauert hatte, wurde ein Thier *(A)*, das ich des Fetthungers halber „Hungertaube“ nennen

will, zur Bestimmung des Fettgehaltes getödtet, das zweite Thier wurde mit kleinen Speckwürfelchen und einer Spur des Fleischpulvers, die dritte Taube mit einem Gemische von 2 Theilen des entfetteten Fleischpulvers und 2.5 Theilen Stärkemehl, das zu Nüdelchen verbacken wurde, gefüttert und zwar in der Art, dass der Kropf der Tauben niemals vollkommen leer blieb. Solcherweise erhielt die eine Taube etwa 20 Grm. Speck im Tage, von denen allerdings ein Theil in geschmolzenem Zustande unverdaut entleert wurde, die andere 30 — 40 Grm. des erwähnten Gemisches von Fleisch und Kohlehydraten, wobei die Entleerungen aus der Kloake etwas dünnflüssig wurden.

Ich bemerke hiezu, dass ich die Tauben in einer Art von Käfigen eingeschlossen hielt, welche erlaubte, sämmtliche Ausleerungen ohne den geringsten Verlust zu sammeln, und dass aus der bestimmten Menge der Ausleerungen in beiden Fällen im Vergleiche mit der Quantität der Zufuhr eine erhebliche Resorption der gereichten Substanzen berechnet wurde.

Es liegt auf der Hand, dass die Thiere solche durchaus nicht rationelle Fütterungsart nicht sehr lange ertragen konnten. Allein es war zu erwarten, dass schon nach kurzer Zeit bei beiden vorher fettarm gemachten Tauben ein reichlicher Fettansatz statthatte.

Nach dreitägiger Fütterung mit Speck, die sich der erwähnten Fleischfütterung unmittelbar angeschlossen, begann die zweite Taube (*B*), die ich „Specktaube" benenne, die in den Kropf eingegebenen Speckwürfelchen theilweise zu erbrechen, was mich veranlasste, sie behufs der Fettbestimmung zu tödten. Die Stärke- und Eiweissfütterung wurde noch sieben Tage länger fortgesetzt und das dritte Thier (*C*) — unten als „Stärketaube" bezeichnet — sodann ebenfalls getödtet.

In einer Tabelle gebe ich nunmehr das Lebendgewicht der Versuchsthiere in Grammen, das jeden Tag vor der in der Tagesfrühe begonnenen Fütterung genommen worden war. Wenn auch bekanntlich aus einer Zunahme des Körpergewichtes kein Schluss auf einen Ansatz von Fett oder Fleisch gemacht werden darf, so geben die unten stehenden Zahlen doch ein annäherndes Bild des äussern Zustandes der Versuchsthiere während der Fütterung. Die Gewichte sind:

Versuchs-tag	A Hungertaube	B Specktaube	C Stärketaube
1.	328.2	331.3	352.6
2.	312.4	316.5	337.2
3.	300.2	315.2	332.7
4.	270.4	309.5	321.8
5.	276.4	296.9	307.7
6.	263.3	290.2	296.5
7.	—	301.5	329.1
8.	—	289.1	332.2
9.	—	—	330.0
10.	—	—	370.5 [1])
11.	—	—	358.5
12.	—	—	361.2
13.	—	—	373.2
14.	—	—	360.8
15.	—	—	339.6

Nach der Tödtung wurden den Thieren die Federn abgenommen und bei *A* und *C* das Gewicht des von den Federn befreiten Körpers bestimmt. Bei der Stärketaube *C*, welche am letzten Tage, wie auch die ziemlich erhebliche Gewichtsabnahme zeigte, das eingegebene Futter nur mehr wenig resorbirte, wurde neben den Federn noch der ziemlich erhebliche Kropfinhalt entfernt. Für den so behandelten Körper der Tauben ergab sich als Gewicht in Grammen:

Hungertaube 230.5,
Stärketaube 276.2.

Sämmtliche 3 Thiere wurden, wenn auch in verschiedener Zeit, getödtet und wie oben behandelt, unmittelbar nach dem durch Ersticken bewirkten Tode in einzelne Theile getheilt, um sowohl den Gehalt der letzteren an Trockensubstanz wie auch an Fett zu bestimmen und mit einander in Vergleich zu setzen. Die verschiedenen Körpertheile, welche getrennt zur Untersuchung kamen, waren:

1) Mit gefülltem Kropfe gewogen.

1. Die Haut mit dem auf's Genaueste abgelösten Unterhautzellgewebe,

2. die Leber,

3. die übrigen Baucheingeweide mit dem Mesenterium, wobei ich bemerke, dass bei der „Specktaube“ *B* Dünn- und Dickdarm sorgfältig entleert wurden und der ebenfalls völlig gereinigte Muskelmagen in diesem Falle durch ein Versehen mit den Muskeln vereint wurde,

4. die Muskeln, welche so vollständig als möglich zusammen mit dem intermuskulären Binde- und Fettgewebe von den Knochen abgelöst wurden,

5. die von den Muskeln und Weichtheilen möglichst befreiten Knochen der Extremitäten und des Rumpfes, und

6. Schädel und Wirbelsäule mit sämmtlichem Inhalte. —

Da die Theilung des Körpers in die verschiedenen Organe immerhin einige Zeit in Anspruch nahm, so erklärt es sich leicht, dass die unten angegebene Summe der Gewichte, welche für die einzelnen Theile gefunden wurden, jedoch nur durch Verdunsten von Wasser etwas niedriger ist, als das unmittelbar nach dem Tode genommene Gewicht der der Federn beraubten Thiere. Für den vorliegenden Zweck ist jedoch die geringe Gewichtsänderung durch Wasserverlust, die übrigens fast ausschliesslich die Muskeln betrifft, durchaus nicht von Bedeutung.

Die einzelnen Theile nun wurden so rasch als möglich frisch gewogen, bei 100 — 105° getrocknet und wieder gewogen, sodann im Messingmörser zu einem feinen Pulver gestossen und entweder in der gesammten Masse oder in gewogenen Proben der Gehalt an Substanzen bestimmt, die durch kochenden Aether extrahirt werden konnten. Bei der relativ geringen Menge anderer in Aether löslichen Substanzen und mit Bezugnahme auf die spätere Vergleichsrechnung bezeichne ich das Aetherextrakt als Fett.

Die so ausgeführte Analyse der drei Tauben gibt:

	frisch	trocken	Fett
1. Haut			
Hunger	23.1	5.7	0.34
Speck	17.8	8.7	4.38
Stärke	25.8	11.6	6.72
2. Leber			
Hunger	5.8	1.7	0.218
Speck	10.6	2.6	0.311
Stärke	19.6	4.4	0.479
3. Eingeweide			
Hunger	21.9	4.8	0.318
Speck	2.0[1]	0.7	0.502
Stärke	28.1	8.0	1.359
4. Muskeln			
Hunger	102.8	22.4	0.692
Speck	100.6	26.7	3.020
Stärke	130.6	32.3	3.215
5. Knochen			
Hunger	39.9	16.2	0.234
Speck	33.0	17.2	2.667
Stärke	36.3	18.4	3.140
6. Schädel etc.			
Hunger	20.3	5.2	0.422
Speck	18.3	5.6	0.925
Stärke	24.4	7.0	1.085
Gesammttaube			
Hunger	213.8	56.0	2.224
Speck	182.3	61.5	11.805
Stärke	264.8	81.7	15.998

Aus der vorstehenden Tabelle berechnen sich in Procenten folgende Zahlen:

1) Die relativ niedrige Zahl stammt, wie oben erwähnt, davon her, dass der ziemlich schwere Muskelmagen dieses Thieres mit den Muskeln vereinigt wurde. Da das Mesenterium bei den Tauben kein so beträchtliches Reservoir darstellt, wie bei anderen Thieren (s. u.), so ist dieser Umstand für unsere Betrachtungen von keinem Belange.

Procentische Zusammensetzung.

	Wasser	Trocken-substanz	Fett	Fett in Proz. der Trocken-substanz
1. Haut.				
Hunger . . .	75.3	24.7	1.46	5.914
Speck	51.1	48.9	24.63	50.34
Stärke	55.0	45.0	26.05	57.93
2. Leber.				
Hunger . . .	70.7	29.3	3.76	12.82
Speck	75.5	24.5	2.93	11.97
Stärke	77.6	22.4	2.44	10.885
3. Eingeweide.				
Hunger . . .	78.1	21.9	1.45	6.634
Speck	65.0	35.0	25.10	71.71
Stärke	71.5	28.5	4.84	16.99
4. Muskeln.				
Hunger . . .	78.2	21.8	0.67	3.09
Speck	73.5	26.5	3.00	11.312
Stärke	75.3	24.7	2.46	9.955
5. Knochen.				
Hunger . . .	59.4	40.6	0.59	1.44
Speck	47.9	52.1	8.08	15.50
Stärke	49.3	50.7	8.65	17.07
6. Schädel etc.				
Hunger . . .	74.4	25.6	2.08	8.12
Speck	69.4	30.6	5.50	16.52
Stärke	71.3	28.7	4.45	15.50
Gesammttaube.				
Hunger . . .	73.8	26.2	1.04	3.97
Speck	66.3	33.7	6.48	19.19
Stärke	69.1	30.9	6.04	19.58

Der Erfolg der Fütterung in Bezug auf eine Fettaufspeicherung entspricht somit den Erwartungen. Sowohl der absolute als auch procentische Fettgehalt der beiden in besonderer Weise gefütterten Thiere ist in bemerklicher Weise gegenüber der mit Fleisch allein

gefütterten Taube erhöht, und zwar beträgt der absolute Fettwerth der Tauben bei Darreichung von Speck etwa das 5—6fache, bei Fütterung mit viel Fleisch und Stärkemehl etwa das 7fache dessen der ungenügend gefütterten Taube, während die procentische Vermehrung des Fettgehaltes annähernd die 5fache in beiden Fällen ist.

Ich mache hier noch auf eine bemerkenswerthe Thatsache aufmerksam, die hervorragenden Landwirthen längst bekannt, schon von Bischoff und Voit und wiederholt von Voit und auch von mir selbst constant beobachtet wurde. Die ungenügend ernährte Taube *A* enthält in sämmtlichen Organen beträchtlich grössere Wassermengen, als die Tauben, welche so gefüttert wurden, dass sie Fett an ihrem Körper anzusetzen vermochten. Mit dem steigenden Fettgehalte sinkt der Wassergehalt der Organe und umgekehrt, eine Thatsache, die den Thiermästern sehr wohl bekannt ist.

Es ist nunmehr die Frage, nachdem die beträchtliche Fettzunahme der beiden Versuchsthiere constatirt ist, in welchen Organen zumeist eine Vermehrung des Fettgehaltes erfolgte, an welchem Orte thatsächlich die Hauptablagerung des Fettes in den beiden Fällen stattfand.

Um dies zu erkennen, muss der Fettzuwachs, den die einzelnen Organe bei den beiden Fütterungsmethoden erfahren haben, bestimmt werden. Zu diesem Zwecke verfahre ich nun folgendermassen:

Aus dem Gewichte und dem Aetherextraktgehalte der Organe der sogenannten Hungertaube berechne ich die Menge der in Aether löslichen Substanzen, welche auf das Trockengewicht der gleichen Organe der andern Thiere trifft. Diese berechnete kleine Menge, welche wohl hauptsächlich aus Zersetzungsprodukten der Lecithine und aus Cholesterin bestehen dürfte, wird sodann von dem wirklich gefundenen Aetherextraktgehalte in Abzug gebracht. Da sämmtliche drei Thiere zu Anfang des Versuches längere Zeit hindurch in gleicher und bestimmter Weise gefüttert worden waren, so darf man, ohne zu fehlen, den durch die Rechnung erhaltenen Rest als Fett ansehen, was sich bei der später folgenden Fütterung im Körper der Versuchsthiere angesammelt hat. Die so ausgeführte

Rechnung gibt die in der nachstehenden Tabelle zusammengestellten Zahlen:

	Specktaube	Stärketaube
Haut	4.120	6.343
Leber	0	0
Eingeweide	0.473	0.952
Muskeln	2.346	2.340
Knochen	2.472	2.926
Schädel etc.	0.544	0 578
Gesammtzuwachs:	9.955	13.139

Man erkennt leicht, dass der Fettzuwachs namentlich in der Haut, resp. dem Unterhautgewebe, dann noch einigermassen in den Knochen und Muskeln stattfand und zwar bei beiden Thieren annähernd in gleichem Maasse; die etwas höheren Zahlen für einzelne Organe der sogenannten Stärketaube correspondiren hiebei mit dem höheren Fettgehalte des ganzen Thieres überhaupt und bieten somit nichts Auffallendes.

Ganz deutlich erscheint diese bei den zwei Fütterungsarten gleichmässig stattfindende Fettaufspeicherung in bestimmten Organen, wenn die eben berechnete und reducirte Fettmenge, der Fettzuwachs der ganzen Thiere, für jede Taube = 100 gesetzt und aus dem Fettzuwachse der Organe berechnet wird, wie viel davon auf die einzelnen Körpertheile trifft. Von 100 während des Versuches abgelagerten Fettes finden sich nämlich in:

	Specktaube	Stärketaube
Haut	41.4	48.3
Leber	0	0
Eingeweide . .	4.7	7.2
Muskeln . . .	23.6	17.8
Knochen . . .	24.8	22.3
Schädel etc. . .	5.5	4.4

Merkwürdig ist hiebei eine Thatsache, die anscheinend mit manchen Beobachtungen (Frerichs, Hofmann etc.) im Widerspruche steht. Die Leber der beiden in so verschiedener Weise gefütterten Tauben enthielt nemlich nicht mehr Aetherextrakt, als

die Leber des ersten Thieres, das wie die andern einige Tage hindurch nur fettfreies Fleisch verzehrt hatte, dann aber getödtet worden war; in diesem Organe hat also ein Fettzuwachs überhaupt nicht stattgefunden.

Die Erklärung dieser Erscheinung, namentlich bei der Fütterung mit Fleisch und Stärke, bietet manche Schwierigkeiten dar; indessen glaube ich, wird man beim Zusammenhalte derselben mit andern Erfahrungen nach einer gewissen Richtung hingedrängt.

Es ist bekannt, dass unter gewissen Bedingungen in der Leber glykogene Substanz aufgespeichert wird, von welcher man annehmen muss, dass sie in der Leber selbst gebildet wurde. Ich habe nun vor kurzer Zeit[1]) in sehr hohem Grade die Wahrscheinlichkeit dargethan, dass das Glykogen in der Leber aus dem Eiweisse stamme, was in derselben zerfällt. Man kann sich nun in Bezug auf die obige Erscheinung zwei Vorstellungen machen, und zwar 1) dass die Eiweisssubstanzen in der Leber in der gleichen Weise zerfallen, wie in den übrigen Organen des Körpers. Hiebei würde als stickstofffreier Rest Fett abgespalten, welcher jedoch in der Leber durch dort vorhandene Bedingungen in Glykogen umgewandelt würde. Nach unsern jetzigen Vorstellungen über die chemischen Vorgänge im Thierkörper bieten sich jedoch für die Annahme einer solchen Umwandlung nur schwierig Anhaltspunkte.

Eine Vorstellung, die zudem bisher fast allgemein gehegt wird, scheint daher mehr Wahrscheinlichkeit zu haben. Nach dieser würden 2) für die Zersetzung des Eiweisses in der Leber andere Bedingungen wirken, als in den übrigen Organen des Körpers. Hiebei würde nun aber nach meiner Ansicht statt der Triglyceride neben andern namentlich stickstoffhaltigen Substanzen aus dem Eiweiss unter Sauerstoffaufnahme direkt glykogene Substanz abgetrennt, welche sodann gespalten und oxydirt oder aufgespeichert werden kann.

In neuester Zeit hat allerdings Kunkel[2]) sich dafür ausgesprochen, dass die Eiweisszersetzung in der Leber in der gleichen Weise wie in andern Theilen des Körpers vor sich ginge. Allein

1) Vergl. Sitz.-Ber. d. Münch. Akad., 1876, Heft II.
2) Sitz.-Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wissensch. 1875, Bd. XXVII. S. 251.

mir scheinen seine Gründe doch nicht ganz stichhaltig zu sein. Kunkel meint nemlich, es könnte ebenso wie in der Leber auch in den übrigen Organen des Körpers bei dem Zerfalle des Eiweisses neben andern Harnstoffkernen Taurin sich abspalten; dieses würde in den Muskeln etc. jedoch das Material für die Harnstoffbildung liefern, während es in der Leber durch die Cholalsäure gebunden würde. Nun ist aber die Umwandlung des als solchen in den Körper eingeführten Taurins in Harnstoff bisher nicht bewiesen, im Gegentheile behaupten neuerdings Feltz und Ritter[1]), dass das eingeführte Taurin sowohl wie Glycin nicht als Harnstoff ausgeschieden würde. Ich bin daher geneigt, die ursprüngliche Anschauung noch zu erweitern und anzunehmen, dass das Eiweiss bei seinem Zerfalle in der Leber unter den hier herrschenden Bedingungen nicht bloss andere stickstoffhaltige Zersetzungsprodukte liefere, sondern dass auch die Spaltung des stickstofffreien Antheiles des Eiweissmoleküles zum Theile anders geschehe, wie in den übrigen Gebilden des erwachsenen Körpers.

Auf solche Weise liesse sich nunmehr leicht erklären, dass bei Fütterung mit Fleisch und Kohlehydraten wohl in den Muskeln, im Unterhautzellgewebe und den Knochen, nicht aber in der Leber sich Fett ansammelte.

Andererseits konnte aber auch bei der Fütterung mit Speck die Leber nicht fettreich werden, da bei der relativ kurzen Dauer des Versuches das zugeführte Fett sich erst in den bekannten Fettreservoirs des Körpers, von denen eines, das Mesenterialfettgewebe, ja geradezu der Leber vorgelagert ist, aufspeichern musste. Damit tritt meine obige Beobachtung auch in Einklang mit den erwähnten älteren Erfahrungen. Denn eine grössere Fettansammlung in der Leber geschieht in der That, wie bekannt, normaler Weise erst nach länger dauernder Mast, erst dann, wie man annehmen muss, wenn die übrigen Theile des Körpers bereits reichlich mit Fett angefüllt sind oder namentlich in pathologischen Fällen dann, wenn durch allerdings unbekannte Ursachen die Zersetzungsvorgänge in

---

1) Journ. de l'anat. et de la physiol. 1875.

der Leber etwa eine gewaltsame Aenderung erfahren (Phosphorvergiftung u. dergl.).

Was nun den Ort des Fettansatzes im thierischen Organismus betrifft, so existirt nach den obigen Versuchen kein bemerkenswerther Unterschied zwischen dem dem Körper von aussen zugeführten oder in ihm selbst gebildeten Fette; beide Fettarten lagern sich, wenigstens im Anfange einer Mastfütterung, gleichmässig und bei der Taube vorzüglich in dem Unterhautzellgewebe ab.

Wenn jedoch in dieser Beziehung eine Differenz nicht existirt, so müssen wir annehmen, dass das Fett, welches bei der Zersetzung des Eiweisses innerhalb der Zellen des Organismus sich abspaltet, weil es sich in denselben nur in sehr geringem Grade ansammelt, entweder zersetzt wird oder aus den Zellen austritt und seine Bildungsstätte verlassend, nach Organen geführt wird, in welchen es bei günstigen Bedingungen aufgespeichert wird. Bei einem solchen Wege aber hat dasselbe eine Reihe von Membranen und Geweben zu passiren, bis es schliesslich an den Ablagerungsort gelangt. Es tritt daher in den geschilderten Versuchen die übrigens auch sonst bekannte Eigenschaft der Fette, thierische Zellen und Membranen innerhalb des lebenden Organismus zu durchwandern, in hohem Grade zu Tage; denn ohne diese Eigenschaft liesse sich die gefundene Aufspeicherung des Fettes fern von den Stellen seiner Bildung, wie auch ferne von dem Orte seiner Aufnahme, dem Darme, nicht erklären.

Ob das an der Taube erhaltene Resultat auf andere Thierarten übertragen werden darf, ist wohl wahrscheinlich, allein doch durch weitere Versuche zu entscheiden. Indessen ist wohl zu beachten, dass deren Ausführung insbesondere bei Pflanzenfressern begreiflicherweise manche Schwierigkeiten finden wird.

Ueber die Verarmung des Körpers, speciell der Knochen an Kalk bei ungenügender Kalkzufuhr.

Von

Dr. J. Forster,

Privatdocent für Hygiene und Assistent am physiologischen Institute zu München.

Man hat in neuester Zeit vielfach behauptet, dass die Knochen eines Thieres bei Mangel an Kalk oder Phosphorsäure in der Nahrung desselben in ihrer Zusammensetzung keine Aenderung erfahren und namentlich nicht einen einseitigen Verlust an phosphorsaurem Kalke erleiden. Da es den Anschein gewinnt, als ob die Möglichkeit einer einseitigen Verarmung des Knochens an seinen unverbrennlichen Bestandtheilen nachgerade fast allgemein in Abrede gestellt werden solle, fühle ich mich veranlasst, zur Richtigstellung der Frage einige Beobachtungen und Untersuchungen nachträglich mitzutheilen.

Die bereits im Jahre 1869 von mir ausgeführten Untersuchungen über die Bedeutung der Aschebestandtheile in der Nahrung [1]) gaben mir nämlich Gelegenheit, auch die Ausscheidung des Kalkes bei einer ungenügenden Zufuhr desselben zu bestimmen und zwar bei einem Thiere, welches während der Versuchsdauer eine zur Erhaltung des Eiweiss- und Fettbestandes genügende Menge von verbrennlichen Nährstoffen verzehrte.

---

1) Zeitschrift für Biologie, Bd. IX, S. 297 u. ff.

Ein grösserer Hund wurde 26 Tage hindurch mit den Fleischrückständen, die bei der Fabrikation des Fleischextraktes erhalten werden, unter Zusatz von Fett oder aschefreiem, in geeigneter Weise zubereitetem Stärkemehl gefüttert. In dieser Zeit verzehrte der Hund, der am Ende der Versuchsreihe 27 Kilogramm wog, 4105.6 Grm. der trockenen Fleischrückstände mit 593.1 Grm. Stickstoff, während er im Harn und Kothe 640.2 Grm. Stickstoff ausschied. Der relativ geringe Verlust von 47.1 Grm. Stickstoff ist bedingt durch das Erbrechen des dargereichten Futters am 10., 21. und namentlich am 25. und 26. Versuchstage, welche Tage desshalb als ganze oder theilweise Hungertage zu betrachten sind [1]; im Ganzen ist daher das Versuchsthier als im sogenannten Stickstoffgleichgewichte befindlich zu betrachten.

In den verzehrten Fleischrückständen (mit einem Procentgehalte von 0.056 Ca.) hatte der Hund 2.29 Grm. Calcium aufgenommen.

Die tägliche Kalkausscheidung im Harne bei Fleischfütterung ist nun zwar nicht bedeutend, beträgt aber immerhin mindestens die Summe von 0.1 Grm. im Tage und darüber; speciell ergibt sich dies aus den Zahlen, welche für die Ausscheidung der an Erden gebundenen Phosphorsäure im Harne bei der Fütterung mit den Fleischrückständen gefunden wurden [2]. Ich darf daher, ohne einen Fehler zu begehen, annehmen, dass das Versuchsthier während des Versuchs eine der aufgenommenen Menge zum Wenigsten gleiche Kalkmenge im Harne ausschied.

Die Hauptmenge des Kalkes, der bei den Zersetzungen im Körper frei wird, wird nun bekanntlich in dem Kothe ausgeschieden. Der im obigen Versuche in dem Kothe gefundene Kalk entstammt sonach den verschiedenen Organen des Körpers, welche bei der ungenügenden Salzzufuhr an sämmtlichen Aschebestandtheilen und so auch an Kalk einen Verlust erlitten. Die Ausscheidung im Kothe aber ist:

---

1) Siehe die Tabelle der Einnahmen a. a. O. S. 377.

2) Vergl. die Tabelle der Ausgaben im Harne, 8. Col., a. a. O. S. 377 und 378.

Versuchstag	trockner Koth	Proc. Calcium im trock. Kothe	Grm. Calcium im Kothe	Grm. Calcium p. d.
1. bis 2.	29.6	6.34	1.88	0.94
3. „ 4.	49.5	4.10	2.03	1.01
5. „ 9.	46.5	2.94	1.87	0.61
10. „ 11.	85.3	2.36	2.87	
12. „ 17.	133.0	2.66	3.54	0.59
18. „ 23.	223.3	1.24	2.78	0.46
24.	33.7	0.99	0.34	0.34
25. bis 26.	48.4	1.42	0.69	0.35

In 26 Tagen sind somit 15.50 Grm. Calcium in dem Kothe entleert worden.

Aus welchen Theilen des Körpers stammt nun der Kalk, den das Versuchsthier während der Fütterung mit den Fleischrückständen von seinem Bestande verlor?

Zur Entscheidung dieser Frage habe ich die Kalkmenge in den Muskeln und dem Blute des nach dem 26. Versuchstage getödteten Thieres, dessen Organe sorgfältig getrocknet und aufbewahrt wurden, und ebenso eines normal ernährten Hundes bestimmt. In 100 Grm. Trockensubstanz erhielt ich im Mittel aus mehreren übereinstimmenden Analysen an Calcium:

	Versuchshund	Normalhund
Muskel . .	0.023	0.052
Blut . . .	0.034	0.057

Wie ich nun früher schon (a. a. O. S. 366) angegeben habe, berechnet sich bei dem 27 Kilogramm schweren Hunde das Gewicht des Blutes zu 2.077 Kilogr. = 515.1 Grm. trocken, das der Muskeln zu 12.15 Kilogr. = 3499 Grm. trocken. In den beiden Organen ist also unter der Annahme des normalen Kalkgehaltes die Menge des Calciums:

in den Muskeln . .	1.82 Grm.
im Blute	0.29 „
Summa:	2.11 Grm.

In Wirklichkeit wurde gefunden:

in den Muskeln . .	0.80 Grm.
im Blute	0.18 „
Summa:	0.98 Grm.

Aus Blut und Muskeln, welche zusammen 52.7 % des ganzen Körpers betragen, sind somit 1.13 Grm. Calcium abgegeben worden.

Da das Skelet nun etwa 12 % des Körpergewichtes ausmacht, so bleibt für die Weichtheile nach Abzug der genannten Organe, Blut und Muskeln, noch 35.3 % des Körpers oder 9.531 Kilogrm., deren Kalkgehalt und Kalkverlust den der Muskeln kaum übersteigen dürfte. Beispielsweise finden sich in der 1067 Grm. (= 335.0 Grm. tr.) schweren Leber des Versuchsthieres bei einem Calciumgehalte von 0.028 % in der Trockensubstanz noch immer 0.09 Grm. Calcium; in 335 Grm. trockenen Muskeln sind dagegen nicht ganz 0.08 Grm. Calcium enthalten.

Für die angegebenen 9531 Grm. Weichtheile berechnet sich somit aus dem Wasser- und Kalkgehalte des Muskels [1]) höchstens ein Verlust von 0.80 Grm. Calcium oder für den ganzen Körper mit Ausnahme der Knochen ein Verlust von 1.93 Grm. Calcium.

Thatsächlich sind aber mindestens die im Kothe enthaltenen 15.50 Grm. Calcium vom Körper abgegeben worden; auf die Knochen trifft somit ein Verlust von 13.57 Grm. Ca.

Nebenbei bemerkt ist die Menge von Kalk, welche das 27 Kilo schwere Versuchsthier in den 26 Fütterungstagen verloren hat, 4—5 mal grösser als die Kalkmenge, welche in den sämmtlichen Weichtheilen eines gleich schweren, normal ernährten Hundes gefunden werden kann.

Es ist sonach keinem Zweifel unterworfen, dass die Knochen bei ungenügender Kalkzufuhr an Kalkerde verarmen.

---

1) 9531 Grm. frisch gibt bei 28.8 % festen Theilen (a. a. O. S. 363) 2745 Grm. trocken. Diese enthalten:

normal	1.43 Grm. Calcium
bei Salzhunger .	0.63 „ „
Verlust:	0.80 Grm. Calcium.

Was für den Kalk hiemit erwiesen wurde, gilt in gleicher Weise auch für die Phosphorsäure des Knochens, wie ich das bereits in der mehrfach erwähnten Abhandlung (a. a. O. S. 367) dargethan habe; und zwar berechnete sich die Menge der Phosphorsäure, welche vom Knochen zu Verluste ging, zu 17.3 Grm. Um mit den vom Skelete abgegebenen 13.57 Grm. Calcium Tricalciumphosphat zu bilden, sind 16.06 Grm. Phosphorsäure (als Anhydrid) erforderlich.

Die eben erwähnte Berechnung des Phosphorsäureverlustes, den die Knochen bei Fütterung mit salzarmen Nahrungsstoffen erfahren, ist von Herrn Weiske eine willkürliche genannt worden [1]). Die Uebereinstimmung der früher ausgeführten Rechnung mit der durch die Kalkbestimmung in den Organen des Versuchsthieres bewiesenen Verarmung des Skeletes an Kalk enthebt mich der Mühe, dieser Aeusserung zu begegnen.

Anders verhält es sich mit dem hieran geknüpften Versuche des Herrn Weiske, die von mir berechneten Zahlen zu interpretiren. Um nämlich seine Behauptung, dass der Knochen nicht einseitig an Aschebestandtheilen verarme, aufrecht erhalten zu können, meint Herr Weiske, in meinen Versuchen liege kein Beweis vor, dass nicht auch eine dem Phosphorsäureverluste entsprechende Menge organischer Knochensubstanz „durch den Stoffwechsel zerstört" wurde.

Allein gerade der Gedanke, bei einem Mangel an Aschebestandtheilen in der Zufuhr einem Organismus die nöthige Menge von verbrennlichen Substanzen zu liefern und so dessen Organbestand an Eiweissstoffen, Fett und dergleichen mit Ausnahme der Asche zu erhalten, bildete die Basis meiner Versuche, auf welcher allein die Bedeutung der Aschebestandtheile erforscht werden konnte und kann. Der verlangte Beweis ist sonach in der Controle der Stickstoffeinnahme und Ausgabe beigebracht worden. Um jedoch allenfallsige Zweifel gänzlich zu heben, seien mir noch einige Erläuterungen der erhaltenen Zahlenresultate gestattet.

1) Zeitschrift für Biologie, Bd. X, S. 411.

Bekanntlich hat Voit aus mannigfach modificirten Versuchen die Lehre aufgestellt, dass die organisirten Körpertheile nur in sehr geringem Grade im Thierkörper zerfallen, und neuerdings ist es mir gelungen, einen zwingenden Beweis hiefür beizubringen [1]). Dagegen — so sprechen die gefundenen Thatsachen — unterliegen die gelösten Eiweissstoffe, die im Körper circuliren, in hervorragender Weise den Bedingungen des Zerfalles; das circulirende Eiweiss aber, das zum grossen Theile stets zerfällt, hat sich beständig aus der Nahrung zu ergänzen, um stets wieder zu zerfallen. Bei genügender Zufuhr erleiden somit die Organe keine Veränderung ihrer Bestandtheile und selbst an den ersten Hungertagen nach guter Ernährung gibt der Körper wesentlich nur von seinem circulirenden Eiweisse ab. Der Stickstoff im Harne am ersten Hungertage kann daher nicht oder nur zum geringsten Theile aus zerfallenen organisirten Gebilden stammen.

In meinem oben besprochenen Versuche nun [2]) befand sich das Versuchsthier bei einer reichlichen Aufnahme von Albuminaten und Fett oder Stärkemehl nahezu im Stickstoffgleichgewichte, d. h. es wurde in dessen Körper soviel an Eiweiss zersetzt, als es zugeführt erhielt: hiebei erlitt nun der Organbestand, auch die organische Knochensubstanz keine Aenderung. Der bereits oben angegebene geringe Stickstoff- oder Eiweissverlust, der während des Versuches erfolgte, findet wesentlich an 4—5 Tagen und zwar an zwei einzelnen Tagen mitten in der Versuchsreihe und an den letzten Versuchstagen statt, an welchen das gereichte Futtergemische ganz oder theilweise erbrochen wurde. An diesen einzelnen

1) Beiträge zur Lehre von der Eiweisszersetzung im Thierkörper, Zeitschr. f. Biol., Bd. XI, S. 496 u. ff.

2) Ich verweise hiebei auf die Tabellen, in denen die tägliche Stickstoff-Einnahme und Ausgabe zusammengestellt ist (a. a. O. S. 377 und 378), wobei ich noch Folgendes in Erinnerung bringe: Die namentlich im Anfange der Versuchsreihe vorkommenden Schwankungen in der täglichen Stickstoffausscheidung durch den Harn rühren davon her, dass das früher nie zu Versuchen gebrauchte Thier erst allmählig sich gewöhnte, die Blase zu Ende eines Versuchstages regelmässig und vollständig zu entleeren.

Hungertagen nach einer vorausgehenden reichlichen Fütterung [1]) nahm nun die im Ernährungsstrome circulirende Eiweisslösung reichlich ab und dieser Umstand bedingte den gefundenen Stickstoffverlust, ohne dass von den organisirten Gebilden und der organischen Knochensubstanz etwas zerstört wurde. Dass dies nicht ein Schluss, sondern eine Thatsache ist, geht aus folgender Ueberlegung mit Evidenz hervor:

---

1) E. Salkowski meint in einem Referate über meine Untersuchungen der Eiweisszersetzung im Thierkörper bei Tranfusionen (Medic. Centralbl. 1876, S. 346), die Beobachtung, dass nach einer einmaligen reichlichen Fleischfütterung im Verlaufe einer Hungerreihe die Hungerharnstoffzahl nach zwei Tagen noch nicht erreicht wäre, stünde nicht im Einklange mit der Lehre Voit's, dass die Wirkung einer Nahrung innerhalb der nächsten 24 Stunden abläuft. Mir scheint diese Auffassung auf einem Missverständnisse zu beruhen. Voit sprieht sich an mehreren Stellen seiner Abbandlungen (so insbes. Zeitschr. f. Biol. Bd. II, S. 41 u. ff.) darüber aus, warum er gerade 24stündige Versuchs- oder Vergleichungsperioden gewählt hat. Es geschah das beim Hunde wie beim Menschen desshalb, weil bei beiden im Verlaufe von 24 Stunden die zu bestimmter Zeit gereichten Speisen erfahrungsgemäss verdaut und resorbirt werden. Die Wirkung der Zufuhr läuft somit allerdings in 24 Stunden ab, muss aber nicht darin bestehen, dass das zugeführte Material in der gleichen Zeit auch zersetzt wird, wie man dies bekanntlich vor den Voit'schen Untersuchungen über die Zersetzungen im Thierkörper geglaubt hat. Gerade Voit war es, der zeigte, dass durch die Zufuhr ein Körperzustand geschaffen werde, von dem erst die Grösse der Zersetzung, insbesondere der Eiweisszersetzung abhängt. So kommt es, dass z. B. bei gleichbleibender Eiweissmenge in der Zufuhr im Anfange einer Fütterungsreihe das eine Mal mehr, das andere Mal weniger Eiweiss im Körper zerfallen kann, und zwar abhängig von wohl bekannten Bedingungen. Es kann also die Wirkung einer Zufuhr von Eiweiss unter bestimmten Verhältnissen auch darin bestehen, dass ein Körperzustand geschaffen wird, von welchem abhängig mehrere Tage hindurch auch bei nachfolgendem Hungerzustande noch reichliche Mengen von Eiweiss im Körper zerfallen, d. h. es kann durch eine bestimmte Zufuhr nicht bloss ein Ansatz von Organeiweiss, sondern auch eine Aufspeicherung des leichter zersetzlichen im Säftestrome gelösten Eiweisses in gewissem Grade stattfinden. Dies ist aus einer grössern Anzahl der Versuche Voit's ersichtlich und wird durch das Resultat meines Versuches bestätigt. Allerdings bleibt die nächste Ursache dieser Aufspeicherung des circulirenden Eiweisses für mehrere Tage unbekannt, wenn sie auch sehr bemerkenswerth ist, worauf ich in meiner Abhandlung bereits aufmerksam machte. Ich enthalte mich aber jetzt wie damals, Hypothesen darüber aufzustellen, da es mir einstweilen noch an den genügenden experimentellen Grundlagen gebricht.

In den drei letzten Versuchstagen, an welchen hauptsächlich Stickstoff vom Körper des Versuchsthieres abgegeben worden, wurden 33.02 Grm. Stickstoff aufgenommen, dagegen 55.65 Grm. im Harne und Kothe entleert. In dieser Zeit beträgt also der Stickstoffverlust vom Körper 22.63 Grm. oder nahezu die Hälfte des Verlustes während der ganzen Versuchsreihe. Wollte man nunmehr mit Hrn. Weiske annehmen, dass die Knochen sich zu $^{1}/_{13}$ des Muskels an den Stoffzersetzungen betheiligt hätten, so erhielte man für die in den drei Tagen zersetzte organische Knochensubstanz die Zahl von 1.74 Grm. Stickstoff, mit welchen 8.46 Grm. Phosphorsäure und 7.15 Grm. Calcium hätten ausgeschieden werden müssen. In Wirklichkeit aber sind an den betreffenden Tagen nach Abzug der in der Nahrung enthaltenen Phosphorsäure im Harn und Koth 3.96 Grm. Phosphorsäure und von Calcium nur 1.03 Grm. vom Körper abgegeben worden. Die Berechnung der täglichen Kalkausscheidung im Kothe während der ganzen Reihe (siehe die letzte Columne der Tabelle oben auf Seite 466) zeigt zudem, dass die Menge des ausgeschiedenen Calciums von Anfang des Versuches an allmählig und regelmässig abnimmt und am Schlusse, trotz des nun auftretenden reichlichen Stickstoffverlustes, am niedrigsten ist.

Ganz das gleiche Resultat erhalte ich bei der Berechnung der Kalkauscheidung in dem Versuche, den ich früher (a. a. O. Zeitschr. f. Biol. Bd. IX, S. 373 u. ff.) mit *A* bezeichnet habe. Das im Mittel etwa 25 Kilogramm schwere Versuchsthier erhielt in 38 Tagen 4028 Grm. trockne Fleischrückstände mit 2.26 Grm. Calcium. Die aufgenommene Kalkmenge ist auch hier mindestens so gross, als die im Harne von 38 Tagen enthaltene Quantität.

Der im Kothe aufgefundene Kalk muss also auch in diesem Versuche als den Organen des Körpers entstammend betrachtet werden. Die Ausscheidung im Kothe beträgt aber:

Versuchstag	trockener Koth	Proc. Calcium im tr. Kothe	Grm. Calcium im Kothe
1. bis 5.	27.9	3.66	1.02
6. „ 9.	49.4	3.66	1.81
10. „ 14.	74.4	3.66	2.72
15. „ 24.	51.7	7.79	4.03
25. „ 31.	132.5	2.17	2.88
32. „ 35.	44.1	1.74	0.76
36. „ 38.	39.2	2.51	0.99

Es ist sonach während der Versuchsdauer der Körper des Thieres um 14.21 Grm. Calcium verarmt; auch hier übersteigt die Grösse des Kalkverlustes etwa 4—5 Mal die Kalkmenge, welche in den gesammten Weichtheilen des 25 Kilo schweren Hundes überhaupt enthalten sein konnte. Der im Kothe ausgeschiedene Kalk kommt sonach ebenfalls zum grössten Theile aus dem Skelete.

Durch die obigen Versuche und Analysen ist demnach festgestellt, dass bei ungenügendem Kalkgehalte in einer Zufuhr, die für die Erhaltung des Eiweissbestandes in einem Organismus völlig genügt, sämmtliche Organe, in hohem Grade die Muskeln, aber auch das Skelet an Kalkerde einseitig verarmen, ohne dass dabei die organische Substanz der Körpertheile abnimmt. Bei Feststellung dieser Thatsache ist es von ganz untergeordneter Bedeutung, ob die Kalkabnahme des Skeletes so bemerkenswerth ist, dass sie durch die manchen Bedenken unterliegende Analyse einzelner Knochen nachgewiesen werden kann oder nicht. Die letztere muss zudem um so mehr unsichere Resultate geben, als bekanntlich bei Knochenerkrankungen etwa nicht alle Knochen gleichmässig ergriffen werden, sondern gewisse Knochenpartien zuerst. Interessante Erfahrungen solcher Art an einer nach Chossat's Vorgange mit Weizen gefütterten Taube wird Professor Voit seinerzeit mittheilen.

Für den Kalk im Speciellen gilt somit dasselbe, was ich bereits früher (a. a. O.) für die Aschebestandtheile überhaupt dargethan habe.

Die eigenthümliche Erscheinung, dass der Asche- und besonders auch der Kalkgehalt der Organe des Thierkörpers in gewissem Maasse von dem Aschegehalte der Zufuhr beeinflusst wird, gibt uns natürlich keine Erklärung über die Bindungsweise der Aschebestandtheile in den Organen. Bevor wir uns hierüber berechtigte Vorstellungen zu machen gestatten, müssen wir erst eine grössere Reihe von Thatsachen erkannt haben.

Als bemerkenswerth führe ich noch an, dass der Kalkgehalt der Fleischrückstände kaum niedriger ist, als der des unveränderten Fleisches und dass daher die bei ausschliesslicher Fleischzufuhr genossene Kalkmenge unter Umständen nicht dazu genügt, den Kalkbestand eines Körpers zu erhalten, wenn auch der Eiweissbestand desselben dabei unverändert bleiben kann.

Ob bei der einseitigen Kalkverarmung des Skeletes nach längerer Zeit Knochenerkrankungen, namentlich sog. Knochenschwund und Knochenbrüchigkeit etc. auftreten, wie vielfach behauptet wird, oder ob die Kalkverarmung der Weichtheile vor dem Auftreten grösserer Veränderungen in den Knochen schon zum Tode führt, kann a priori nicht geschlossen werden. Zur Entscheidung dieser Frage sind unter Prof. Voit's Leitung im hiesigen physiologischen Institute eine Reihe von Versuchen an jungen und ausgewachsenen Thieren im Gange, die unter den gehörigen Cautelen angestellt ein sicheres Resultat erwarten lassen.

Dass Herr Weiske in seinen Versuchen mit kalkarmer Zufuhr weder eine einseitige Kalkverarmung des Skeletes, noch das allenfallsige Auftreten von Knochenerkrankungen beobachten konnte, hat wesentlich zwei Gründe. Man darf nämlich 1) nicht aus der Analyse einzelner Knochen auf die Zusammensetzung sämmtlicher Theile des Skeletes schliessen, und 2) müssen die Versuchsthiere eine Zufuhr erhalten, bei welcher sie wohl an Kalk, nicht aber an verbrennlichen Substanzen abnehmen können. In letzterem Falle nämlich, bei ungenügender Nahrungszufuhr überhaupt neben dem Mangel an Kalk, nehmen bei längerer Versuchsdauer Weichtheile und auch Knochen in ihrer Gesammtheit ab, und dann stehen, wie ich das früher schon auseinandergesetzt habe (a. a. O. S. 358 u. ff.), dem Körper die hiebei frei gewordenen Aschebestandtheile und somit

auch der Kalk zur Verfügung und können unter geeigneten Umständen zur Wiederverwendung kommen, ohne aus dem Körper ausgeschieden zu werden.

Von physiologischer Seite dürfte daher den Schlussfolgerungen Herrn Weiske's[1]), welche uns hier berühren, nur in soweit zuzustimmen sein, als sie in früheren, wesentlich von mir aufgefundenen Thatsachen eine Bestätigung finden.

---

1) a. a. O. S. 432.

Valentine's Meat-Juice und Fleischbrühe.

Von

Dr. J. Forster,
Privatdocent für Hygiene.

In jüngster Zeit wird unter dem Namen „Valentine's Preparation of Meat Juice" den Aerzten ein Präparat empfohlen, welches in ovalen Fläschchen von zwei Unzen Inhalt den angeblich bei etwa 50—55° C. im Vakuum auf $^9/_{10}$ seines ursprünglichen Wassergehaltes eingedickten Saft von 4 Pfd. des besten Ochsenfleisches ohne Fett enthalten und sich namentlich seines Eiweissgehaltes halber vortheilhaft von dem Liebig'schen Fleischextrakte unterscheiden soll.

Der Umstand, dass das Präparat von einer grössern Anzahl von Aerzten zuerst in den vereinigten Staaten Nordamerika's, dann aber auch im deutschen Reiche weitern Kreisen als „Nahrungsmittel", ja selbst als „Nahrung" in nuce bei verschiedenen Krankheiten und Schwächezuständen der Verdauungsorgane dargeboten wurde, veranlasste mich, eines der erwähnten versiegelten Fläschchen, das durch die Güte des Herrn Professor von Holtzendorff und Prof. Voit in meine Hände gelangt war, einer Analyse zu unterwerfen und deren Resultate an dieser Stelle mitzutheilen.

In 100 Grm. der frischen Substanz, die wohl gemischt eine dunkel gefärbte, durch eine geringe Menge eines feinen Niederschlages [1])

---

1) Der in Wasser unlösliche Niederschlag betrug 0.13% der Gesammtmasse und bestand fast nur aus phosphorsaurer Magnesia.

getrübte Flüssigkeit von schwach saurer Reaktion und einem angenehmen Geruche und Geschmacke darstellte, fanden sich:

59.16	Grm.	Wasser
40.84	„	feste Theile, davon
13.88	„	Asche
26.96	„	verbrennliche Substanz
0.73	„	Eiweiss
3.45	„	Stickstoff
20.50	„	in 90 °/oigem Alkohol unlöslich.

Das untersuchte Fläschchen enthält der Angabe etwa entsprechend 62.1 Grm. frische Substanz und sonach:

36.74	Grm.	Wasser
25.36	„	feste Theile, davon
8.72	„	Asche
16.64	„	verbrennliche Substanz mit
0.45	„	Eiweiss.

Ausser dem hier angeführten, in der Siedehitze coagulirbaren Eiweisse, dessen verschwindend geringe Menge in einem Fläschchen soviel berägt, als man im Mittel aus einer grössern Anzahl von Bestimmungen [1]) mit dem sogenannten Schaume beim Sieden von etwa 1200 Grm. käuflichen Fleisches von der Fleischbrühe abschöpft, liessen sich weder Acidalbumin noch etwa Peptone nachweisen.

Die Asche ist annähernd in der gleichen Weise zusammengesetzt, wie die Asche von Fleischbrühe. Dies geht aus einem Vergleiche mit Keller's bekannten Untersuchung der Fleischbrühsalze hervor. In 100 Asche sind nämlich:

	Meat-Juice	Fleischbrühe (Keller)
Kalium . . .	34.4	45.18 (Kalium + Natrium)
Natrium . . .	9.7	
Kalk	0.36	1.66
Magnesia . . .	2.55	2.08
Phosphorsäure .	27.00	31.62

1) In einer Haushaltung von 7 Personen von mir ausgeführt: von 100 Grm. Fleisch mit etwa 180—200 Grm. Wasser wurde im Mittel erhalten: 0.21 Grm. trocken mit 0.04 Grm. Eiweiss und 0.17 Grm. Fett.

Nach der vorliegenden Analyse erscheint das Präparat als Fleischbrühe oder Fleischsaft, der bei einer die Siedehitze nicht völlig erreichenden Temperatur, doch genügend hoch um die Muskelalbumine und wohl auch den Blutfarbstoff zu coaguliren und so zu entfernen, gewonnen und eingedickt wurde. Die letztere Behandlungsweise erklärt auch, dass ein geringer Antheil des erst bei der Siedehitze coagulirbaren Albumins, das nach einigen unter meiner Leitung im hiesigen physiologischen Institute ausgeführten [1]) Bestimmungen zu 0.2 — 0.3 % im Fleische enthalten ist, noch in dem Präparate aufgefunden wird.

Die Menge der in einem Fläschchen gefundenen Trockensubstanz gibt uns auch einige Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Fleischmenge, welche zur Bereitung der 62 Grm. Substanz etwa verwendet werden muss. Nach mehreren Beobachtungen in dem gleichen Haushalte wie oben, erhält man nämlich von 100 Grm. käuflichem Fleische 225 Grm. einer guten Fleischbrühe mit etwa 2—2.5% festen Theilen. Nimmt man nun an, dass die Hälfte der letztern Fett wäre, was thatsächlich wohl etwas hoch gegriffen sein dürfte, so würden 25.36 Grm. Trockensubstanz, der feste Inhalt des Fläschchens, der fettfreien Trockenmenge von etwa 2500 Grm. Fleischbrühe von 1110 Grm. käuflichem Fleische entsprechen. Wie es kommt, dass bei der Bereitung der obigen Menge des Valentine'schen „Fleischsaftes" aus 4 Pfd. Fleisch, die laut der Angabe verwendet werden, nicht mehr Trockensubstanz erhalten wird, vermag ich nicht anzugeben.

Selbstverständlich ist nun — und ich glaube, darauf die deutschen Aerzte, denen das Präparat als Nahrungsmittel dargeboten wird, nur ganz kurz aufmerksam machen zu müssen — die von dem Verkäufer aufgestellte Behauptung, dass der Saft die Nährstoffe des Fleisches oder gar den „Keim des Lebens" enthalte, ein grosser Irrthum; es ist dasselbe als ein Nahrungsmittel überhaupt nicht zu betrachten.

Dagegen reiht sich der Valentine'sche Fleischsaft, wie namentlich aus der Aschenanalyse hervorgeht, in seiner Bedeutung

1) Von den Herren Studirenden der Medicin G. Künstle, M. Rubner und G. Wagner.

unmittelbar dem Liebig'schen Fleischextrakte an, von dem es sich wesentlich nur durch einen beträchtlich höheren Wassergehalt und durch die Spur eines Eiweissgehaltes unterscheidet, und hat sonach den Werth, der der Fleischbrühe zukömmt [1]), nämlich den Werth eines Genussmittels.

Vor der gewöhnlichen Fleischbrühe soll sich der „Fleischsaft" dadurch auszeichnen, dass er völlig fettfrei ist und desshalb namentlich bei Krankheiten der Verdauungsorgane ohne Beschwerde ertragen werde. Ob diese Eigenschaft wirklich einen nicht erreichbaren Vorzug bedinge, das zu entscheiden kann ich der ärztlichen Ueberlegung getrost überlassen.

Analytische Belege:

7.4802 Grm. frische Substanz = 3.0550 Grm. trocken mit 1.0386 Grm. Asche.

5 Cub.-Centim. = 6.0172 Grm. frisch mit 90 %igem Alkohol gefällt gibt: 1.2336 Grm. in letzterem unlösliche Substanz

6.0172 Grm. frisch mit Wasser verdünnt und aufgekocht gibt: 0.044 Grm. Eiweiss. In dem eingeengten Filtrate finden sich 0.003 Grm. Kalk, 0.0212 Grm. Magnesia und 0.2637 Grm. Phosphorsäure.

6.0172 Grm. frisch = 0.0815 Grm. Natrium und 0.3209 Grm. Kalium. 0.8424 Grm. frisch (mit Natronkalk verbrannt) = 30.270 Mgrm. Stickstoff; 0.3295 Grm. trocken (mit Natronkalk) = 26.601 Mgrm. Stickstoff; was im Mittel 3.445 % der frichen Substanz beträgt.

---

1) Vergl. in dieser Beziehung Voit, Ueber die Bedeutung der Nährsalze und Genussmittel etc. Sitz.-Ber. d. Münch. Akad, Dezbr. 1869.

Ueber die Ausscheidung der Schwefelsäure im Harn nach Aufnahme von fein vertheiltem Schwefel in den Darm.

Von

Dr. Martin Regensburger
aus San Francisco.

(Aus dem physiologischen Institute zu München.)

In früherer Zeit wurde bekanntlich der Schwefel in fein vertheiltem Zustande, sublimirt als Schwefelblumen oder präcipitirt als Schwefelmilch, vielfach zu therapeutischen Zwecken bei den verschiedensten Erkrankungen innerlich benützt, heutzutage kommt er bei Menschen wohl nur mehr als mildes abführendes Mittel hie und da in Anwendung; in der Thierheilkunde wird er jedoch noch häufig namentlich bei der Sucht der Hunde in grossen Gaben ohne Schaden gegeben in der Absicht, auf die dabei afficirten Respirationsorgane einzuwirken; grösseren Hausthieren wird er seltener gereicht, unter anderem auch bei entzündlichen Affectionen der Athemorgane.

Bedenkt man die chemischen Eigenschaften des Schwefels, dass er in Wasser unlöslich ist, sich mit Wasserstoff nicht direct verbindet, durch verdünnte Säuren nicht verändert wird, erst bei höheren Temperaturen Sauerstoff aufnimmt und sich nur in stärkeren alkalischen Laugen in lösliches Schwefelalkali verwandelt, so sollte man meinen, dass der Schwefel unverändert mit dem Kothe wieder abgehen müsse und also keine besondere Wirkung in dem Körper haben könne.

Da aber der Schwefel unbezweifelbar als Laxans zu dienen vermag, so müsste man entweder eine einfache mechanische Wirkung desselben auf die Darmschleimhaut annehmen, oder voraussetzen, dass er trotz der eben genannten Eigenschaften in dem Darmkanale doch auf irgend eine Weise in eine lösliche Verbindung übergeht, in welcher er dann in die Säfte aufgenommen werden kann.

Das Letztere lässt sich leicht entscheiden, wenn man zusieht, ob in dem Harn nach Schwefelgaben mehr Schwefel wie normal unter sonst gleichen Umständen austritt. In der That finden sich Beobachtungen vor, welche einen solchen Uebergang darthun.

Laveran und Millon [1]) konnten nach Aufnahme von Schwefel keine Vermehrung der Schwefelsäure im Harn constatiren und nahmen daher an, dass derselbe nicht in den Körper eindringe und darin nicht verbrenne.

Zuerst hat wohl Bence Jones [2]) positive Angaben hierüber gemacht. Ein Mann, der Morgens 9 Uhr sein aus Brod und Kakao bestehendes Frühstück und Abends 6 Uhr sein Diner einnahm, erhielt Vormittags 11 Uhr täglich während 5 Tagen 12.3 Grains = 0.8 Grm. Schwefel. Der Harn wurde drei Mal, nämlich um 1 Uhr, um 6 Uhr und um 11 Uhr durch Ansäuern und Fällen mit Chlorbaryum auf seinen Gehalt an Schwefelsäure untersucht. Es fand sich nun bei dem Schwefelgebrauche in 1000 Grm. Harn mehr Schwefelsäure, als sonst bei derselben Lebensweise zu der gleichen Zeit vor. Wir wissen jetzt, dass man bei einer blos procentigen Untersuchung des Harns die Wirkung irgend eines Agens auf die Ausscheidung der Schwefelsäure nicht erschliessen kann, so wenig, als man von der procentigen Untersuchung des Harnstoffgehaltes des Harns, die in unzähligen Fällen früher gemacht worden ist, irgend einen Nutzen gehabt hat.

Nach P. Astrie soll der Schwefel bei Hunden und anderen Thieren in Schwefelalkali übergehen; nach Griffith [3]) soll darnach mehr Schwefelsäure im Harn erscheinen.

1) Laveran et Millon Ann. de chim. et de phys. 3 Sér. 1844. 135.

2) Bence Jones, Philos. Transact. 1849. I. 259.

3) Griffith, Lond. Gaz. March, 1848.

Die einzige brauchbare, wahrhaft mustergiltige Untersuchung über die Aenderung der Schwefelmenge im Harn nach Aufnahme von Schwefel ist die von Andreas Krause [1]), welche in Dorpat unter der Leitung Buchheim's entstanden ist. Nachdem Krause zuerst an sich in einer längern Versuchsreihe die mittlere Schwefelsäuremenge des Harns (1.721 Grm.) festgestellt hatte, nahm er bei der gleichen Lebensweise in fünf Versuchsreihen Schwefelblumen oder Schwefelmilch auf und bestimmte dabei aber nur die Schwefelsäureausscheidung, indem er den angesäuerten und filtrirten Harn mittelst Chlorbaryumlösung ausfällte. Ich stelle in der folgenden kleinen Tabelle seine interessanten Resultate übersichtlich zusammen:

Versuchsdauer	täglich aufgenommener Schwefel	tägliche Zunahme des Schwefelgehaltes im Harn	
		absolut	in Procenten
7 Tage	2.237 Blumen	0.325	14
6 „	1.677 Milch	0.764	46
6 „	7.459 Blumen	0.738	10
6 „	2.237 „ mit Oel	0.373	16
6 „	2.115 „ mit Soda	0.449	21

In dem Harn fand Krause kein Schwefelalkali vor, denn es entwickelte sich daraus mit Säuren kein Schwefelwasserstoffgas. Er ging im Maximum bis zu 22.379 Grm. Schwefel im Tag, und doch sah er keine bedenklichen Folgen darnach auftreten; es erfolgten nur weiche stinkende Ausleerungen, übelriechende Flatus, höchstens trat etwas Kolik auf. Der Appetit blieb stets ungestört. Von der feiner vertheilten Schwefelmilch wurden bis zu 46 % im Harn wieder entfernt, von den Schwefelblumen im Mittel nur 15 %.

Obwohl die Kost nicht so gleichmässig gehalten war, als es zum Entscheid feinerer Unterschiede nöthig ist, so sind doch hier die Differenzen constant und so gross, dass nach den Krause'schen

1) Andreas Krause, de transitu sulfuris in urinam, diss. inaug. Dorpati 1853.

Versuchen kein Zweifel darüber bestehen kann, dass von dem dargereichten Schwefel ein Theil als Schwefelsäure im Harn austrat. Der Rest des Schwefels wurde mit dem Kothe entleert und war darin in der Form weicher Klümpchen wahrzunehmen. Krause ist der Meinung, dass ein Theil des Schwefels durch das im Darm vorkommende Alkali in die lösliche und resorbirbare Schwefelleber verwandelt werde.

Husemann[1]) führt noch als Beweis für die Veränderung des Schwefels in Schwefelalkali im Darmkanale an, dass das Fleisch von Schafen, welche längere Zeit im Futter Schwefel erhalten haben, deutlichst nach Schwefelwasserstoff riecht und schmeckt. Es soll auch bei anhaltendem Schwefelgebrauche die Hautausdünstung und der Athem nach Schwefelwasserstoff riechen, wie namentlich Hertwig[2]) für Pferde und Hunde angibt. Für eine solche Veränderung spricht auch die ungleich stärkere Wirkung der feineren Schwefelmilch im Gegensatze zu den Schwefelblumen. Ein Mitglied der hiesigen Universität, ein bekannter vortrefflicher Beobachter, welcher früher in England in einer der dortigen Schulen zubrachte zu einer Zeit, als daselbst noch regelmässig zweimal im Jahre mit den Schülern eine tüchtige Abführkur mit Schwefel abgehalten wurde, erzählt, dass darnach stets die silbernen Uhren der Knaben sich schwärzten.

Wenn es auch nach den vortrefflichen Versuchen von Krause feststeht, dass durch den einem Menschen gegebenen Schwefel die Schwefelsäuremenge des Harns vermehrt wird und also eine Resorption von Schwefel in irgend welcher Form im Darm stattfindet, so ist es doch vielleicht von Interesse, ehe man zu einer Erklärung der Erscheinung schreitet, den Sachverhalt an Hunden nochmals zu prüfen, da bei diesen die Zufuhr von Nahrungsstoffen und die daraus resultirende Schwefelsäureausscheidung im Harn ganz gleich erhalten werden kann, was bei der complicirten Kost des Menschen ungleich schwieriger ist. Zudem weiss man jetzt, dass nicht aller Schwefel im Harn in der Form von Schwefelsäure enthalten ist,

1) Husemann, Handbuch der Arzneimittellehre 1874. Bd. I. S. 236.
2) Hertwig, praktische Arzneimittellehre für Thierärzte, 1822. S. 340.

sondern auch in einem schwefelhaltigen organischen Stoff oder in unterschwefligsaurem Natron, dessen Mengen im Hundeharn bei verschiedener Ernährung und Eiweissumsetzung zuerst von Prof. Voit bestimmt worden sind; man musste daher zusehen, ob nach Schwefelgaben auch dieser nicht bis zu Schwefelsäure oxydirte Schwefel im Harn in grösserer Menge vorkömmt. Endlich sollte auch die Grösse der Eiweisszersetzung und der Ausscheidung des Harnstoffs unter diesem Einflusse untersucht werden.

Dr. J. Etzinger hat schon vor mehreren Jahren im physiologischen Laboratorium zu München eine solche Reihe durchgeführt, die ich mit Erlaubniss von Herrn Prof. Voit hier mittheile.

Ein grosser 35 Kilo schwerer Hund wurde zunächst auf einen Zustand gebracht, in dem er täglich die gleiche Zersetzung und die gleiche Schwefelsäureausscheidung zeigte, um den Einfluss eines Agens darauf sicher feststellen zu können. Das Thier sollte dabei nicht hungern, sondern eine kleine Menge reinen fettfreien Fleisches erhalten, um ihm mit letzterem den Schwefel gut beizubringen. Zu dem Zwecke bekam der Hund nach einem zweitägigen Hunger täglich 250 Grm. Fleisch und 1100 Cubikcentim. Wasser vorgesetzt.

Der Harn wurde vollständig aufgefangen und darin der Harnstoff nach Liebig's Methode durch Titrirung mit salpetersaurem Quecksilberoxyd bestimmt; die Schwefelsäure wurde in 100 Cub.-Centim. Harn, nach dem Ansäuern mit einigen Tropfen Salpetersäure, unter Erwärmen mit einer Chlorbaryumlösung von bestimmtem Gehalt (1 Cub.-Centim. = 10 Mgrm. wasserfreie Schwefelsäure) titrirt. Es sollte dabei auch der nicht in der Form von Schwefelsäure vorhandene Schwefel durch Eindampfen von 100 Cub.-Centim. Harn nach Zusatz von Kalilauge im Silbertiegel und nachheriges Glühen mit Salpeter bestimmt werden; allein Herr Dr. J. Etzinger brachte den Harn zur Trockne, verkohlte den Rückstand und verbrannte ihn dann mit salpetersaurem Kali, wodurch er keine grössere Menge von Schwefel erhielt, als durch Fällung des frischen Harns mit Chlorbaryum. Es geht also offenbar beim Eindampfen und Verkohlen des Harns derjenige Schwefel weg, welcher nicht in der Schwefelsäure gebunden ist, und muss man daher zur Bestimmung desselben gleich im Silbertiegel mit Alkalilauge eindampfen.



Es wurden nun bei dem Versuche die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten Resultate erhalten:

Datum Juni 1870	Zufuhr		Harnmenge in C.-Centim.	Harnstoff		Schwefelsäure		Bemerkungen
	Fleisch	Wasser						
2.	0	0	—	—		—		
3.	0	0	—	—		—		
4.	150	1100	1440	12.07		0.648		
5.	150	1100	1065	8.41		0.479		
6.	150	1100	1100	8.69		0.517		
7.	150	1100	1200	11.05		1.260		7.772 trockener Schwefel; starke blutige Diarrhöen mit Schwefel.
8.	150	1100	970	10.54		0.834		Blutige Diarrhöen, schwächer.
9.	150	1100	855	8.67	10.30	0.650	0.664	Diarrhöen schwach blutig.
10.	150	1100	1510	11.93		0.679		Stärkere blutige Diarrhöen mit Schwefel.
11.	150	1100	850	7.54	8.89	0.450	0.544	Nachlass der Diarrhöen.
12.	150	1100	1250	10.24		0.638		Normaler Koth.

Der Hund bekam, nachdem er Vormittags den 7. Juni 15 Grm. feuchten, mehrmals mit heissem Wasser ausgewaschenen gefällten Schwefel, der trocken 7.772 Grm. wog, erhalten hatte, in der Nacht auf den 8. heftige blutige Diarrhöen, in welchen mit dem Mikroscope sich leicht Blutkörperchen nachweisen liessen; ausserdem konnten Theilchen des dargereichten Schwefels in erheblicher Menge in den Ausleerungen erkannt werden. Auch den Tag darauf, am 8. Juni, währten die blutigen Diarrhöen noch an, jedoch waren sie nicht mehr so stark als am ersten Tage. Am 9. Juni waren zwar noch dünnflüssige Ausleerungen vorhanden, dieselben waren aber nur mehr schwach blutig. Den 10. Juni nahmen sonderbarer Weise die Diarrhöen wieder zu, sie enthielten von Neuem ziemlich viel Blut und weissliche bröcklige Streifen, die sich als aus Schwefelpartikelchen bestehend auswiesen. Erst am 11. Juni, also etwa 100 Stunden nach der Aufnahme des Schwefels liessen die Diarrhöen nach.

Aus der obigen Tabelle geht wohl mit Sicherheit hervor, dass die Ausscheidung der durch Chlorbaryum fällbaren Schwefelsäure

nach Aufnahme von Schwefel entschieden gesteigert ist und zwar am meisten am ersten Tage der Schwefelfütterung, aber auch noch am Tage darauf. Dies ist das gleiche Resultat, wie es auch Krause erhalten hat.

Nehmen wir als Mittel der täglichen Schwefelsäureausscheidung 0.580 Grm. an, so wurden bei Aufnahme von Schwefel:

am 7. Juni 0.680 Grm. Schwefelsäure mehr
„ 8. „ 0.254 „ „ „

in Summa: 0.934 Grm. Schwefelsäure mehr

im Harn entfernt, oder es wurden von den 7.772 Grm. des verzehrten Schwefels 0.374 Grm. = 5 % im Harn als Schwefelsäure entfernt, die Hauptmasse von 95 % im Koth. Es ist auffallend, dass der Schwefel trotz der heftigen Diarrhöen so lange, nämlich bis zu 100 Stunden nach der Schwefelaufnahme, im Darm verweilte; offenbar legte er sich den Wandungen fest an und wurde erst allmählich weggenommen.

Trotz der gleichen Wasseraufnahme war die Harnmenge doch sehr schwankend, hauptsächlich veranlasst durch die ausgiebige Wasserausscheidung durch den Darmkanal; ein direkter Einfluss des Schwefels auf die Quantität des Harns ist nicht zu constatiren.

Die Harnstoffzahlen sind ebenfalls an den verschiedenen Tagen etwas verschieden, offenbar hatte das Thier am 9. und 11. Juni die Blase nicht vollständig entleert, da man ihm der Diarrhöen wegen nur einen kurzen Aufenthalt ausserhalb des Käfigs gestattete. Durch die Schwefelgabe wird die Eiweisszersetzung etwas gesteigert, und zwar nicht nur an dem einen Tage der Schwefelzufuhr, sondern noch darüber hinaus, so lange als die Diarrhöen anwähren; nimmt man als mittlere Harnstoffzahl für den Tag 8.66 Grm. an, so beträgt die Vermehrung am ersten Tage der Schwefeldarreichung 2.39 Grm., am zweiten nur mehr 1.88 Grm. Harnstoff.

Die Vermehrung der Schwefelsäureausscheidung um 0.934 Grm. (= 0.374 Grm. Schwefel ohne den in anderer Form ausgeschiedenen Schwefel) kann nicht etwa von der etwas grösseren Eiweisszersetzung während der Schwefelfütterung herrühren, da das Plus von 4.27 Grm. Harnstoff nur 58.8 Grm. frischem Muskel mit 0.01 Grm. Schwefel entspricht.

Ich habe an einem anderen kleineren Hunde den Versuch wiederholt, um zu einem ganz bestimmten Resultate über die Veränderung der Schwefelsäureausscheidung im Harn unter dem Einflusse von Schwefel zu gelangen.

Der dazu verwendete Hund hatte ein mittleres Gewicht von 21.33 Kilo; er war ebenfalls dressirt, den Harn nur in ein untergehaltenes Glas zu entleeren. Die Versuchszeit währte von 11 Uhr Vormittags bis zur selben Stunde des folgenden Tags. Zuerst hungerte der Hund, nachdem er vorher gemischtes Fressen erhalten hatte, zwei Tage, um die Hauptmasse des circulirenden Eiweisses zu entfernen, dann erhielt er wie der vorige, um den Schwefel nicht in den leeren Magen und Darm zu bringen, täglich 140 Grm. rein ausgeschnittenes Muskelfleisch.

Im Harn wurde dieses Mal der Harnstoff nicht bestimmt, da die geringe Harnmenge in einigen Fällen dazu nicht hingereicht hätte. Es wurde aber der Gehalt an Schwefelsäure ermittelt, indem meist 30 Cub.-Centim. des frischen Harns in Doppelproben, nach dem Filtriren und Ansäuern mit etwas Salzsäure, mit Chlorbaryumlösung ausgefällt wurden; der schwefelsaure Baryt wurde auf einem Filter von bekanntem Aschegehalt abfiltrirt, geglüht und gewogen. Ausserdem wurde noch der ganze Schwefelgehalt des Harnes bestimmt und zwar wie gewöhnlich durch Verdampfen von 30 Cub.-Centim. Harn im Silbertiegel nach Zusatz von einigen Natronstückchen, wornach die Masse geschmolzen unter Salpeterzusatz bis zum Verschwinden der Kohle geglüht wird; nach dem Auflösen und Ansäuern mit Salzsäure fällt man dann wieder mit Chlorbaryum aus.

Die Resultate des Versuchs stelle ich in der folgenden Tabelle übersichtlich zusammen:

Datum Juni 1875	Zufuhr an Fleisch	Harnmenge in Cub.-Ctm.	Schwefelsäure nichtgeglüht a.	Schwefelsäure nichtgeglüht b.	Schwefelsäure geglüht a.	Schwefelsäure geglüht b.	Bemerkungen
8.	0	—	—	—	—	—	
9.	0	—	—	—	—	—	
10.	150	195	0.458	0.470	—	—	
11.	150	110	0.450	0.444	—	—	
12.	150	125	0.473	0.474	—	—	
13.	150	176	0.628	0.624	—	—	
14.	150	170	0.593	0.602	—	—	
15.	150	285	0.654	0.654	—	1.080	21.6 trockener Fleischkoth.
16.	150	248	0.680	0.666	1.191	1.181	
17.	150	168	0.597	0.599	0.990	0.992	
*18.	150	125	0.773	0.776	1.307	1.318	2.072 Schwefel; dünnflüssiger Koth, 22.8 trocken.
*19.	150	124	0.976	0.971	1.628	1.633	2.604 Schwefel; dünnflüssiger Koth mit Blut, 15.0 tr.
20.	150	99	0.610	—	0.966	0.989	dünnflüssiger Koth mit Blut, 15.1 trocken.
21.	150	152	0.525	0.524	0.955	—	Breiiger Koth, 8.6 trocken.
22.	150	193	0.466	0.470	0.795	0.775	
23.	150	136	0.514	0.526	0.788	0.779	
24.	Knochen	—	—	—	—	—	Rest Fleischkoth, 10.3 trock.

Am 18. und 19. Juni wurden dem Thier mit Wasser mehrmals ausgekochter präcipitirter Schwefel im feuchten Zustande unter das Fleisch gegeben, und zwar am 18. 5.2 Grm. feucht = 2.072 Grm. trocken und am 19. 9.0 Grm. feucht = 2.604 Grm. trocken.

Am 18. Nachts trat eine Kothentleerung ein, zum Theil aus normalem Fleischkoth von den fünf vorausgehenden Tagen bestehend, zum Theil eine dünne, braun gefärbte, mit weisslichen Streifen von Schwefel untermischte Flüssigkeit darstellend. Am 19. Juni, an welchem die zweite Dosis Schwefel gegeben worden war, erfolgte Nachts abermals eine Entleerung und zwar einer braun gefärbten, dünnflüssigen, mit weisslichen Schwefelstreifen durchsetzten Masse, neben der ein gallertiger, sagoartiger, mit Blut untermischter Schleim, ähnlich dem bei follikulären Dickdarmkatarrhen, sich befand. Am 20. Abends 7 Uhr erschien ein mit Blut vermengter

schleimiger Koth (6.65 trocken wiegend), ebenso am 21. Morgens 5 Uhr (8.45 trocken wiegend). In der Nacht vom 21. auf den 22., also etwa 60 Stunden nach der letzten Schwefelaufnahme fand zum ersten Mal die Abscheidung eines breiigen Kothes statt.

Den 24. Juni 11 Uhr Vormittags wird die Versuchsreihe abgeschlossen und der Hund zuerst mit Knochen zur Kothabgrenzung gefüttert, Abends dann mit gemischtem Fressen, wornach er am 25. Früh einen Koth lieferte, der aus völlig normalem Fleischkoth (10.3 Grm. trocken) und aus leicht abgrenzbarem Knochenkoth bestand.

Die Mittelzahlen der Schwefelsäurebestimmungen im frischen und im geglühten Harn ergeben:

Datum Juni 1875	Schwefelsäure im Mittel	
	nicht geglüht	geglüht
8.	—	—
9.	—	—
10.	0.464	—
11.	0.447	—
12.	0.474	—
13.	0·626	—
14.	0.598	—
15.	0.654	1.080
16.	0.673	1.186
17.	0.598	0.991
*18.	0.774	1.313
*19.	0.974	1.631
20.	0.610	0.977
21.	0.525	0.955
22.	0.468	0.785
23.	0.520	0.784

Es ist auch hier unzweifelhaft, dass durch die Aufnahme von Schwefel die Ausscheidung der Schwefelsäure im Harn gesteigert worden ist, und zwar an den beiden Tagen, an welchen der Schwefel gegeben wurde und wohl auch noch den nächsten Tag darauf. Die

Vermehrung wäre gewiss eine viel bedeutendere, wenn durch die Diarrhöen der Schwefel nicht so rasch grösstentheils aus dem Darm entfernt würde.

Nehmen wir ein Mittel 0.550 Grm. Schwefelsäure im normalen Harn an, so beträgt die Zunahme derselben

am 18.ten	0.244 Grm.	
„ 19. „	0.424 „	
„ 20. „	0.060 „	
in Summa:	0.708 Grm.	= 0.283 Grm. Schwefel.

Nun ist auch eine Gesammtbestimmung des Schwefels im Harn durchgeführt worden und dadurch auch der nicht in der Form von Schwefelsäure vorhandene Schwefel untersucht worden, und es frägt sich, ob auch dieser Schwefel bei Aufnahme von Schwefel in den Darm in gleicher Menge wie sonst ausgeschieden wird oder ob er ebenfalls vermehrt ist.

In 9 Beobachtungstagen waren im Harn 5.796 Grm. durch Chlorbaryum ausfällbare Schwefelsäure mit 2.318 Grm. Schwefel enthalten, im Ganzen wurden aber 3.881 Grm. Schwefel (9.702 Grm. Schwefelsäure entsprechend) ausgeschieden, d. h. es waren von 100 Grm. Schwefel 60 Grm. in Schwefelsäure und 40 Grm. in anderer Form vorhanden.

Es ist leicht zu entscheiden, ob durch die Schwefelfütterung auch mehr Schwefel in letzterer Form entfernt wird, wenn man die Differenz der Resultate der Schwefelsäurebestimmung im frischen und im geglühten Harn zieht. Dabei ergibt sich:

15.	0.426	Grm. Schwefelsäure
16.	0.378	„ „
17.	0.398	„ „
*18.	0.538	„ „
*19.	0.667	„ „
20.	0.368	„ „
21.	0.430	„ „
22.	0.317	„ „
23.	0.261	„ „

Darnach werden an den gewöhnlichen Tagen im Mittel 0.368 Grm. Schwefelsäure mehr im geglühten Harne gefunden; an den beiden

Tagen mit Schwefelaufnahme zeigt sich dagegen eine grössere Differenz, nämlich

am 18. 0.538 Grm. Schwefelsäure mehr
„ 19. 0.667 „ „ „

so dass 0.170 und 0.299 Grm. Schwefelsäure, d. i. im Ganzen 0.188 Grm. Schwefel von dem gegebenen Schwefel noch in einer andern Verbindung als in Schwefelsäure entfernt worden sind.

Da nun von dem verzehrten Schwefel

0.283 Grm. Schwefel in Schwefelsäure und
0.188 „ „ in anderer Form

in den Harn übergingen, so macht dies in Summe 0.471 Grm. Schwefel. Es wurden aber 4.676 Grm. Schwefel dem Thiere beigebracht, wovon also 0.471 Grm. = 10 % in den Harn eintraten.

Die Menge des Harns erfuhr auch in dieser Reihe unter dem Einflusse der Diarrhöen eine Verminderung. —

Nachdem es somit völlig sicher gestellt ist, dass von dem dargereichten Schwefel ein Theil in die Säfte übertritt und gelöst wird, frägt es sich, wie man sich diesen Vorgang denken soll.

Wenn auch feuchte Schwefelpartikelchen von den Zellen aus in das Blut gelangen könnten, wie Eberhardt [1]) wollte, so wäre damit für uns noch nichts gewonnen, da wir dann zu untersuchen hätten, durch welchen Einfluss dieselben dort sich veränderten. Nur Griffith [2]) gibt an, dass sogar der Schwefel als solcher in den Harn überträte, was offenbar auf einer Täuschung beruht, wahrscheinlich durch das Einfliessen der Diarrhöen in den Harn, wodurch auch schon andere Forscher, welche Zucker- und Eiweisslösungen Thieren in den Mastdarm gespritzt hatten, zu der Behauptung veranlasst wurden, der Zucker und das Eiweiss giengen unter diesen Umständen in den Harn über.

Am nächsten liegt wohl die Vermuthung, dass der Schwefel als solcher durch das im Darm befindliche Fett gelöst und dann in dem Blute oxydirt werde, da der Schwefel in fetten und ätherischen Oelen auflöslich ist. A. Krause hat desshalb viel Oel mit

1) Eberhardt, Zeitschr. f. rat. Med. N. F. Bd. I, S. 406.
2) Griffith, Lond. Med. Gaz. March 1848.

dem Schwefel genommen, aber trotzdem nicht mehr Schwefel übertreten sehen, als ohne dasselbe. Unsere Hunde liessen bei völlig fettfreier Kost noch eine Aufnahme des Schwefels bemerken.

Auch die frische Galle hat nicht die Fähigkeit Schwefel aufzulösen, wie stud. med. Erwin Voit nachgewiesen hat; es wurden 2 Proben von je 25 Cub.-Centim. filtrirter Galle in verschlossenen Gläsern während 2 Tagen auf 40° erhalten, die eine mit Zusatz von Schwefel; durch verdünnte Sodalösung wurde eine alkalische Reaktion erhalten. Die nach dem Schmelzen mit Kali unter Salpeterzusatz ausgeführten Schwefelsäurebestimmungen zeigten keinen Unterschied.

Es muss also wohl der Schwefel schon im Darm in eine lösliche Verbindung übergeführt werden. Herr Erwin Voit hat mit Professor Voit diese Verhältnisse einer näheren Untersuchung unterzogen, deren Resultate ich in Nachstehendem mittheile.

Von der Säure des Magensaftes lässt sich kaum eine solche Veränderung erwarten. Bringt man Schwefelmilch mit einer 0.3 % Salzsäure zusammen und lässt sie während 3 Tagen bei 40° stehen, so ist nicht die Spur von Schwefel in irgend welcher Form in Lösung übergegangen. Macht man einen Verdauungsversuch mit 0.3 % Salzsäure, Blutfaserstoff und Pepsin unter Zufügung von Schwefelmilch, so ist es nicht möglich, trotz 2tägigen Stehens bei 40° in der Lösung mit Chlorbaryum Schwefelsäure oder nach dem Versetzen mit Alkali und Nitroprussidnatrium ein Schwefelalkali nachzuweisen.

Günstiger scheinen die Aussichten auf eine Veränderung durch die alkalischen Säfte des Darms zu sein.

A. Krause lässt auch diese alkalischen Säfte, den pankreatischen Saft und den Darmsaft im Dünndarm eine Umwandlung des Schwefels in lösliches Schwefelalkali bewirken; und nach der Meinung Mancher [1]) soll der Schwefel das Natron und andere Basen der Galle in Beschlag nehmen.

Es stehen jedoch einer solchen Annahme einige Schwierigkeiten entgegen.

1) Vergl. Oesterlen, Arzneimittellehre 1861, S. 193.

Man muss vor Allem bedenken, dass der reine Darmsaft oder der reine pankreatische Saft nur etwa 0.3 % kohlensaures Natron enthalten. Es gibt aber weder eine 0.5 %, noch eine ganz gesättigte Sodalösung, wenn man sie mehrere Tage bei einer Temperatur von 40° mit Schwefelmilch in Berührung lässt, eine Schwefelsäurereaktion mit Chlorbaryum oder eine Schwefelleberreaktion mit Nitroprussidnatrium; das gleiche negative Resultat wird erhalten, wenn man die Schwefelmilch mit Sägespähnen mischt und diese mit der Sodalösung befeuchtet und längere Zeit der Brutwärme aussetzt. Auch eine gesättigte Lösung des basisch-phosphorsauren Natrons mit Schwefel gibt nach 4 Tagen negativen Befund.

Ganz anders als das kohlensaure Alkali verhält sich die Alkalilauge. Eine 20 % Natronlösung gab bei Berührung mit Schwefelmilch im Brutraum nach einem Tag mit Nitroprussidnatrium deutliche Reaktion; eine 5% Lösung nach 2 Tagen, Lösungen von 0.2 — 1 % am dritten und vierten Tage. Es könnte also vielleicht reiner Pankreas- oder Darmsaft eine Umwandlung in Schwefelalkali bewirken; es wird jedoch im Darmkanale in den meisten Fällen das Alkali alsbald durch die Magensaftsäure abgestumpft, so zwar, dass bei Fleischfressern erst wieder in den unteren Theilen des Dünndarms eine alkalische Reaktion sich findet, bei Pflanzenfressern und beim Menschen bei gemischter Kost häufig durch den ganzen Darm hindurch in Folge der sauren Gährung der Kohlenhydrate eine saure Reaktion herrscht.

Es mussten daher Versuche mit allerlei thierischen Flüssigkeiten in dieser Richtung angestellt werden.

Zunächst wurde Galle geprüft. Eine concentrirte Lösung von krystallisirter Galle löste Schwefel nicht auf und führte ihn nicht in Schwefelsäure oder Schwefelalkali über. Nimmt man frische Galle zum Versuche, so riecht dieselbe nach dreitägigem Stehen in der Brutwärme nach Schwefelwasserstoffgas und gibt dann natürlich nach Zusatz von Alkali mit Nitroprussidnatrium die Schwefelalkalireaktion. Setzt man dagegen zu der frischen Galle etwas Sodalösung zu und hält sie schwach alkalisch, so bekömmt man selbst am 7. Tage noch keine Reaktion auf Schwefelalkali.

Schüttelt man Eierweiss mit Schwefel, so riecht die alkalisch reagirende Flüssigkeit nach 3 Tagen nach Schwefelwasserstoff und gibt nach Alkalizusatz mit Nitroprussidnatrium starke Färbung, während Eierweiss ohne Schwefel durchaus keine Reaktion gibt.

Bringt man Blutserum von Hunden mit Schwefelmilch zusammen und erhält durch Zusatz einer verdünnten Sodalösung alkalisch, so zeigt sich am 4. Tage intensive Färbung mit Nitroprussidnatrium; eine Probe ohne Schwefel gab zu dieser Zeit keine Spur einer Reaktion.

Wenn man Blutfaserstoff in Wasser bringt und etwas Glycerinauszug von Hundepankreas und Schwefel zusetzt und mit Soda schwach alkalisch hält, so löst sich der Faserstoff bald auf und schon am 2. Tage ist schwache Färbung mit Nitroprussidnatrium zu bemerken; am 5. Tage roch die Flüssigkeit bei alkalischer Reaktion deutlichst nach Schwefelwasserstoff und gab intensive Reaktion der Schwefelleber. Eine mit Soda alkalisch erhaltene Probe ohne Schwefel roch am 6. Tage noch nicht faulig und gab mit Nitroprussidnatrium keine Färbung. Setzt man der Flüssigkeit keine Sodalösung zu, so reagirt sie bald stark sauer und man erhält nach Zusatz von Alkali keine Schwefelleberreaktion.

Lässt man Schwefel mit frischer Kuhmilch bei 40° stehen und hält mit Soda schwach alkalisch, so findet sich schon am ersten Tage Geruch nach Schwefelwasserstoff und mit Nitroprussidnatrium deutlichst blaue Färbung; die Probe ohne Schwefel gibt nicht die mindeste Reaktion. Mischt man den Schwefel mit saurer Milch, so erhält man am 4. Tage Schwefelwasserstoffgeruch und nach Zusatz von Alkali deutliche Schwefelalkalireaktion, während die saure Milch ohne Schwefel zu dieser Zeit keine Färbung mit Nitroprussidnatrium zeigt.

Nimmt man eine nach Hammarsten's Angabe hergestellte neutrale Caseïnlösung und hält nach Zusatz von Schwefel mit Sodalösung alkalisch, so ist am 5. Tage Schwefelleber nachzuweisen; eine Probe ohne Schwefel verhält sich negativ.

Es ist darnach wahrscheinlich, dass in Berührung mit sich zersetzenden eiweissartigen Substanzen der Schwefel in Schwefelwasserstoff übergeht und dieser sich bei Gegenwart von Alkali oder koh-

lensaurem oder basisch-phosphorsaurem Alkali in Schwefelalkali verwandelt. Es ist möglich, dass auch die namentlich von Lagautherie (1866) gegen Croup und Diphterie gepriesene Anwendung der Schwefelblumen als Streupulver auf der gleichen Wirkung beruht. Auch E. Pollacci [1]) gibt an, dass bei dem Schwefeln des Weinstocks das sich entwickelnde Schwefelwasserstoffgas das Wirkende ist, und er that im Anschlusse an die Versuche von Selmi [2]) dar, dass beim Bestreuen mit Schwefel das Oidium, die Weinpflanzen und sehr viele andere Pflanzen und Pflanzentheile Schwefelwasserstoff entwickeln.

Die übrigen Erscheinungen bei der Schwefelaufnahme lassen sich leicht aus dem Uebergange in Schwefelalkali in den alkalischen Säften ableiten.

Die Wirkung auf die Darmentleerung beim Menschen ist wie die einer kleinen Dosis von Schwefelalkali: es treten einige breiige Ausleerungen ein ohne weitere Folgen, höchstens vorübergehend leichte Kolikschmerzen bei grösseren Dosen von Schwefelmilch. A. Krause hat 6—7 Tage lang täglich 7.4 Grm. Schwefelblumen genommen, einmal sogar 22.4 Grm. ohne Beschwerden; A. Wagner nahm in 6 Wochen 75 Grm. Schwefel zu sich; von der Schwefelmilch kann ein Menseh 1.5 — 2.0 Grm. im Tag ohne irgend eine Gefahr aufnehmen. Sonderbarer Weise scheinen die Thiere durch den Schwefel viel leichter afficirt zu werden, und zwar Pflanzenfresser z. B. Pferde und auch Fleischfresser wie z. B. Hunde und Katzen.

Bei unseren beiden Hunden traten bei dem grösseren nach einer einmaligen Gabe von 7 Grm. Schwefelmilch, bei dem anderen kleineren nach einer zweimaligen Gabe von je 2 Grm. anhaltende starke blutige Diarrhöen auf. Man könnte denken, dass dies von der geringen Menge der Nahrungsstoffe im Hundedarm abhängt, wodurch mehr Schwefel mit der Schleimhaut in Berührung kommt, während im Darmkanal des Menschen gewöhnlich eine grössere Masse sich befindet; dies würde aber für das Pferd nicht zutreffen,

---

1) Pollacci, Gaz. Chim. V. 451 u. Ber. chem. Ges. IX. 85.
2) Selmi, chem Centralblatt 1875. 102.

bei welchem der Schwefel ebenfalls heftig wirken soll und doch der Darm stark angefüllt ist. Es müsste dann auch die Wirkung beim Menschen im nüchternen Zustande eine viel heftigere sein.

Die rasche Darmentleerung könnte von der Einwirkung des Schwefelalkalis hervorgebracht werden oder von der mechanischen Wirkung des Schwefelpulvers. Für das Erstere spricht sehr, dass kleine Dosen von Schwefelalkali ebenso wirken, wie grössere Dosen von Schwefel. Husemann wehrt sich sehr gegen die mechanische Wirkung und meint, die pulverförmigen Substanzen wirkten vielmehr einhüllend und verstopfend. Es lässt sich aber doch zeigen, dass gewisse unlösliche Substanzen, wie z. B. Zusatz von Cellulose zur Kost des Menschen, eine raschere Entleerung bedingen.

Das Auftreten von Schwefelwasserstoffgas macht auch die Bildung dieses Gases oder das Entstehen von Schwefelalkali bei alkalischer Reaktion im Darmkanale sehr wahrscheinlich. Es könnte möglicherweise der Schwefel als solcher im Darm gelöst und dann im Blut erst in Schwefelalkali übergeführt werden; dies ist aber wenig wahrscheinlich, da im Darm sich nach Schwefelgebrauch nach Schwefelwasserstoff riechendes Gas bildet, das dort erzeugt worden ist, oder aus der Entwicklung der sauren Ingesta auf das Schwefelalkali entstanden ist. Es muss sich im normalen Koth schon ein Schwefelmetall vorfinden, da nach den Erfahrungen von Prof. Voit der nach Fütterung mit reinem Fleisch entleerte Hundekoth mit Säuren alsbald viel Schwefelwasserstoff entwickelt.

Das der Haut zugeführte Schwefelalkali wird durch das saure Sekret der Schweissdrüsen zerlegt und Schwefelwasserstoff erzeugt, der in die Hautausdünstung übergeht.

Das Fleisch von Thieren, welche längere Zeit Schwefel erhalten haben, riecht und schmeckt nach Schwefelwasserstoff, der offenbar erst bei der Todtenstarre des Fleisches durch die Einwirkung der Säure auf das Schwefelalkali entstanden ist.

Das Schwefelalkali nimmt dann im Körper Sauerstoff auf und bildet nach meinen Beobachtungen theils Schwefelsäure, theils wohl unterschwefligsaures Salz, wie aus den Bestimmungen im geglühten Harn hervorgeht. —

Boecker [1]) hat noch alle möglichen Wirkungen der Schwefelblumen auf den Organismus, namentlich auf die Stoffumsetzungen in demselben angegeben: es soll darnach die Quantität des Harnstoffs und der Harnsäure vermehrt sein. Die Ausscheidung der Kohlensäure soll bei kleinen Gaben von Schwefel zunehmen, bei grössern Gaben dagegen abnehmen; aus der mikroscopischen Untersuchung des Blutes schliesst er, dass die Blutkörperchen in Menge zur Auflösung vorbereitet werden; die festen Bestandtheile des Cruors, des Blutkuchens, der Blutkörperchen, des Serums, sowie die Menge des Eiweisses, des Fettes und des Faserstoffs zeigten eine Abnahme; die Zahl der Pulsschläge sei bedeutend geringer. Ich brauche wohl hierüber nichts zu sagen, denn wir wissen jetzt glücklicherweise, was man von der Methode der den Stoffumsatz betreffenden Arbeiten von Boecker und mancher seiner Zeitgenossen, bei aller Anerkennung des guten Willens dieser Aerzte, zu halten hat. Die Harnstoffbestimmungen von Etzinger zeigen, dass der Schwefel wenigstens auf den Eiweissumsatz keinen nennenswerthen Einfluss ausübt.

1) Boecker, Beiträge zur Heilkunde Bd. 2. S. 388. Crefeld 1849.

Der Gehalt der menschlichen Nahrungsmittel an Nahrungstoffen im Vergleich zu ihren Preisen.

Von

Dr. J. König.

Die menschlichen Nahrungsmittel sind in ihrem ganzen Umfange bis jetzt noch wenig Gegenstand der chemischen Untersuchung gewesen, während die Futtermittel der landwirthschaftlichen Nutzthiere sich einer ausgiebigen Bearbeitung erfreuen. Es liegt dieses zum Theil an der unzureichenden Zahl von Arbeitskräften auf diesem Gebiet, zum Theil daran, dass man der Kenntniss der chemischen Zusammensetzung der menschlichen Nahrungsmittel nicht diejenige praktische Bedeutung beilegt, wie bei den thierischen Futtermitteln. Der Mensch wählt sich entsprechend seinen Geldmitteln die Nahrungsmittel nach seinem Geschmack, dagegen wird das Futter unserer Hausthiere von uns bis zu einer gewissen Grenze bestimmt und angeordnet. Bei dieser Auswahl ist es natürlich von dem grössten Belang, den durch die chemische Zusammensetzung und die Verdaulichkeit der Nährstoffe bedingten Geldwerth der einzelnen Futtermittel zu kennen, um hiernach die preiswürdigste und vortheilhafteste Auswahl der Ration zu treffen.

Wir haben daher seit Jahren Tabellen über die chemische Zusammensetzung der thierischen Futtermittel und ihren Futtergeldwerth, welche sehr lehrreich sind und dem Landwirth bei Fütterung seines Viehes einen willkommenen Wegweiser bieten.

Ein ähnlicher Versuch, die menschlichen Nahrungsmittel entsprechend ihrem Gehalt an Nährstoffen mit einem Nährgeldwerth

zu belegen, ist meines Wissens bis jetzt noch nicht gemacht; auch stösst derselbe auf verschiedene Schwierigkeiten und Uebelstände.

Zunächst wissen wir über die Verdaulichkeitsgrösse der menschlichen Nahrungsmittel, welche nach dem absoluten Gehalt in erster Linie den Nährgeldwerth mitbedingt, nur sehr wenig und viel weniger als bei den thierischen Futtermitteln.

Dann wirken ausser den direkt nährenden Stoffen in denselben verschiedene andere in grösserer oder geringerer Menge indirekt durch ihren Reiz auf die Nerven und Verdauungsthätigkeit, indem sie einerseits eine grössere Ausnutzung der direkt nährenden Stoffe veranlassen, andererseits das Gefühl des Wohlbehagens bei uns hervorrufen, zwei Faktoren, zu deren Ausdruck in Geldwerth uns vor der Hand jeglicher Anhaltspunkt fehlt.

Dennoch dürfte ein Versuch in dieser Richtung nicht ohne Interesse sein.

Lassen wir nämlich die indirekt wirkenden Stoffe in unseren Nahrungs- und Genussmitteln einstweilen ganz ausser Acht und stellen sie auf gleiche Stufe mit den wirklichen Nährstoffen, so ergibt der Vergleich des berechneten Nährgeldwerthes mit dem wirklichen Handelspreise wenigstens Aufschluss, wie hoch wir diese Stoffe in den Nahrungs- und Genussmitteln bezahlen.

Für sehr viele Classen der Bevölkerung mögen diese Zahlen als leere Spielerei erscheinen, für die Volksküche jedoch sind sie gewiss nicht ohne Bedeutung und Nutzen.

Welchen Maassstab nun können wir für die Werthberechnung der Nährstoffe unserer Nahrungsmittel zu Grunde legen?

Die menschlichen Nahrungsmittel sind animalischer und vegetabilischer Natur, ihr Geldwerth zur Ernährung des Menschen ist bedingt durch den absoluten Gehalt an Nährstoffen und dem Grade ihrer Verdaulichkeit.

1) Die animalischen Nahrungsmittel.

In ihnen haben wir ausser den mineralischen Salzen als stickstoffhaltige Nährstoffe die Eiweisskörper, als stickstofffreie nur das Fett zu unterscheiden; sogen. stickstofffreie Extractivstoffe sind entweder gar nicht oder nur in verschwindender Menge vorhanden.

Von dem Eiweiss und Fett wissen wir durch die zahlreichen Untersuchungen von Bischoff, M. v. Pettenkofer und C. Voit im physiologischen Institut in München, dass sie vom Menschen sowohl wie vom Fleischfresser (Hund) bis auf ganz kleine Mengen verdaut werden. Anders ist es mit dem Leim der thierischen Gewebe, wie Knochen, Knorpel, Sehnen; derselbe wird nach den Untersuchungen von J. Etzinger [1]) nur zu etwa 50—60 Proc. resorbirt und spielt dabei nach C. Voit [2]) die Rolle des Fettes, indem er das Körpereiweiss vor Zersetzung schützt.

Letztere Gewebe spielen aber in unserer Nahrung nur eine untergeordnete Bedeutung und scheint Leim in den von uns genossenen Fleischsorten nicht oder doch nur in äusserst geringer Menge vorzukommen. Ch. Méne [3]) gibt zwar in den verschiedenen Fleischsorten als gélatine und gélatineuses matières 10—50 Proc. der Eiweissstoffe an — beim Kalbfleisch sogar bis 80 Proc. —, es ist aber nicht anzunehmen, dass diese Eiweisskörper mit dem Knochenleim identisch sein sollten. Es dürfte vielmehr wohl keinen grossen Fehler in sich schliessen, wenn wir den vom Menschen genossenen Fleischsorten, abgesehen von individuellen Anlagen, denselben Grad von Verdaulichkeit beilegen und zur Nährgeldwerths-Berechnung den gleichen Maassstab anwenden. Letzteren werden wir erhalten, wenn wir von dem durchschnittlichen Handelspreise [4]) eines specifischen animalischen Nahrungsmittels ausgehen.

Für das thierische Fett, welches nach den Untersuchungen von E. Schulze und A. Reinecke [5]) bei den verschiedenen Nutzthieren und von verschiedenen Körperstellen eine annähernd gleiche procentische Zusammensetzung hat, besitzen wir in dem Schweineschmalz einen Nahrungsstoff, der mit keinen grossen Fabrikationsunkosten belastet ist und uns als Maassstab für den Preis und

---

1) Zeitschrift für Biologie 1874. S. 84.

2) Ibidem 1872. S. 297 und 1874. S. 202.

3) Comptes rendus 1874. T. 79 pag. 396 und 529.

4) Ich lege dieser Berechnung nur die hier in Münster geltenden Handelspreise zu Grunde, jedoch dürften die anderer Städte nicht wesentlich hiervon abweichen.

5) Landw. Versuchsst. 1867. Bd. 9 S. 97.

Werth des thierischen Fettes dienen kann. 1 Kilo gutes Schweineschmalz kostete im Durchschnitt der letzten Jahre 1.8 Mark; da dasselbe aber noch kleine Mengen Wasser und Eiweiss einschliesst, so können wir 1 Kilo reines thierisches Fett gleich rund 2 Mark setzen.

Gutes Fleisch eines mittelfetten Rindes hat annähernd folgende Durchschnittszusammensetzung:

Wasser,	Eiweissstoffe,	Fett,	Salze
74 %	20 %	5 %	1 %

Dasselbe kostete in der letzten Zeit durchschnittlich 1.4 Mark pr. 1 Kilo; darin sind enthalten 200 Grm. Eiweissstoffe und 50 Grm. Fett. Unter Abrechnung des eben für thierisches Fett erhaltenen Preises, nämlich von 0.10 Mark pr. 50 Grm., bleiben für 200 Grm. Eiweiss 1.3 Mark. Hiernach erhalten wir folgende Geldwerthe für die animalischen Nahrungsstoffe:

1 Kilo Eiweiss = 6.5 Mark
1 „ Fett = 2.0 „

2) Die vegetabilischen Nahrungsstoffe.

Bei den vegetabilischen Nahrungsmitteln haben wir ausser dem Eiweiss und Fett noch die sogenannten stickstofffreien Extraktstoffe und Holzfasern zu berücksichtigen. Von der Holzfaser beziehungsweise Cellulose wissen wir, dass der Pflanzenfresser 50—60 derselben zu verdauen im Stande ist, aber auch der Mensch vermag dieselbe nach den Versuchen von H. Weiske[1]) wenigstens bei jungen Pflanzen zu assimiliren. Derselbe fand die Verdaulichkeit der Holzfaser in einem Nahrungsgemisch von Möhren, Sellerie und Kohl bei zwei Personen zu 62.7 und 47.3 Procent. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass sich, wie beim Pflanzenfresser nach den Versuchen von W. Henneberg, F. Stohmann und Anderen, so auch beim Menschen der verdauliche Theil der Holzfaser mit dem unverdaulichen Theil der stickstofffreien Extraktstoffe in der Weise compensirt, dass der verdauliche Theil der stickstofffreien Extraktstoffe plus dem der Holzfaser gleich ist der Summe der

1) Zeitschrift für Biologie 1870. S. 456.

stickstofffreien Extraktstoffe; dieses um so eher, als letztere in unseren Nahrungsmitteln fast ausschliesslich aus Zucker und Stärke bestehen, deren volle Verdaulichkeit erwiesen ist, und die Holzfaser in denselben nur in geringerer Menge auftritt. Es ist daher zulässig, dass in den vegetabilischen Nahrungsmitteln ausser Eiweiss und Fett nur die stickstofffreien Extraktstoffe in Betracht gezogen werden und diese mit ihrem ganzen Gehalt. Eine andere Frage wäre, ob man den stickstofffreien Extraktstoffen in den zuckerreichen Nahrungsmitteln einen höheren Geldwerth beilegen soll, als in den stärkereichen. Da erstere von uns in der Nahrung vorgezogen werden, so ist anzunehmen, dass sie leichter verdaut werden und einen höheren physiologischen Werth besitzen, es scheint aber nicht, dass sie in grösserer Menge als die stärkereichen Nahrungsmittel der Assimilation unterliegen.

H. Weiske [1]) verzehrte in Gemeinschaft mit einer zweiten Person *S.* ein Nahrungsgemisch von Sellerie, Kohl und Möhren, in denen der Zucker gegenüber der Stärke vorwaltet; G. Meyer [2]) dagegen prüfte die Verdaulichkeit verschiedener, durch ihren Stärkereichthum bekannten Brodsorten auf ihre Verdaulichkeit und fand diese sogar höher verdaulich, als Weiske erstere Nahrungsmittel; von der Gesammtmenge der Nahrungsmittel wurde nämlich verdaut:

1. Von Sellerie, Kohl und Möhren:		2. Von verschiedenen Brodsorten:			
Person *S.*	*W.*	a. Horsford-Liebig-Brod	b. Münchn. Roggenbrod	c. Weisses Weizenbrod	d. Nordd. Schwarzbr.
52.2 %	60.8 %	88.5 %	89.9 %	94.4 %	80.7 %

Hier spielt jedenfalls die Individualität eine grosse Rolle; jedoch scheint es zulässig, den verschiedenen pflanzlichen Nahrungsmitteln im Allgemeinen eine annähernd gleiche Verdaulichkeit beizulegen, zumal dieselben oder ihnen analoge Futtermittel an Thiere verabreicht in nahezu gleicher Höhe verdaut werden.

Zur Berechnung des Geldwerthes der stickstofffreien Extraktstoffe können zweckmässig die Kartoffeln dienen, welche als Nah-

1) Zeitschrift für Biologie 1870. S. 456.

2) Ibidem 1871. S. 1.

rungsmittel vorzugsweise wegen ihres Stärkemehlgehaltes beliebt werden; sie enthalten im Durchschnitt rund:

Wasser,	Proteïn,	Fett,	Stärke u. Extractivstoffe,	Holzfaser,	Asche
75 %	2 %	0.2 %	21 %	0.8 %	1.0 %

100 Kilo Speisekartoffeln kosten durchschnittlich 6 Mark; rechnen wir für 2 Kilo Protein 1 Mark, so erhalten wir als Preis für die stickstofffreien Extraktstoffe pr. 1 Kilo rund 25 Pfge.

Dem Fett wurde bislang ein 2.5mal höherer Geldwerth als der Stärke, beziehungsweise den stickstofffreien Extraktstoffen beigelegt, weil zu seiner Oxydation 2.5, richtiger 2.4mal mehr Sauerstoff erforderlich ist, als zur Oxydation der letzteren. Hiernach müssten in der Nahrung 240 Stärke 100 Fett äquivalent sein. Neuere Versuche von v. Pettenkofer und C. Voit[1]) haben aber ergeben, dass bezüglich der stofflichen Wirkung im Körper nur 175 Stärke 100 Fett äquivalent sind. Den Geldwerth des Fettes der vegetabilischen Nahrungsmittel können wir daher pr. 1 Kilo $= 25 \times 1.75 = 44$ oder besser gleich 45 Pfgn. setzen.

Indem wir diese Zahlen auf ein Nahrungsmittel mit bekanntem Nährstoffgehalt und Preis übertragen, erhalten wir den Geldwerth der Eiweissstoffe.

So hat Roggenmehl im Durchschnitt folgenden procentischen Gehalt:

Wasser,	Proteïn,	Fett,	N-freie Extractstoffe,	Holzfaser,	Asche
14.0 %	9.0 %	1.5 %	73.5 %	1.0 %	1.0 %

Für 73.5 stickstofffreie Extraktstoffe ergeben sich 18.37 Mark, für 1.5 Kilo Fett 0.67 Mark; da 100 Kilo Roggenmehl im Detailverkauf durchschnittlich 31 Mark kosten, so bleiben für 9.0 Kilo Protein 11.96 Mark oder für 1 Kilo 1.33 Mark.

In den animalischen Nahrungsmitteln berechnet sich für die Proteinstoffe ein 3.25mal höherer Geldwerth als für das Fett; legen wir dieses Verhältniss auch für die vegetabilischen Nahrungsmittel

1) Zeitschrift für Biologie 1873. S. 435.

zu Grunde, so würde sich für 1 Kilo Proteinstoffe dieser Gruppe rund 1.5 Mark ergeben.

Somit erhalten wir für die Nährstoffe in unseren Nahrungsmitteln folgende Geldwerthe:

	1. Animalische	2. Vegetabilische Nahrungsmittel
1 Kilo kostet:		
Eiweiss	6.5 Mark	1.50 Mark
Fett	2.0 „	0.45 „
N-freie Extractivstoffe	— „	0.25 „
Oder 100 Grm. kosten:		
Eiweiss	65 Pfg.	15 Pfg.
Fett	20 „	4.5 „
N-freie Extractstoffe	— „	2.5 „

Aus diesen nach dem Marktpreis berechneten Geldwerthen der Nährstoffe ersieht man, wie sehr die der animalischen Nahrungsmittel höher bezahlt werden, als die der vegetabilischen; der Grund hiefür liegt in dem höheren physiologischen Werth der ersteren.

Indem wir den wirklichen Gehalt der Nahrungsmittel an Nährstoffen mit diesen Zahlen multipliciren, erhalten wir die relativen Nährgeldwerthe[1]), und indem wir letztere mit den Marktpreisen vergleichen, können wir ersehen, welches der Nahrungsmittel für Ernährungszwecke das preiswürdigste ist.

Angenommen 1 Kilo Cervelatwurst koste 4 Mark, 1 Kilo Käse 2 Mark, ihre chemische Zusammensetzung und der sich hieraus berechnende Geldwerth sei folgender:

	Cervelatwurst		Käse	
	Gehalt Proc.	Geldwerth Pfennige	Gehalt Proc.	Geldwerth Pfennige
Wasser	37.37		36.0	
Eiweiss	17.64 × 6.5 =	114.6	23.0 × 6.5 =	149.5
Fett	39.76 × 2.0 =	79.5	37.0 × 2.0 =	74.0
Salze	5.44		4.0	
Nährgeldwerth pro 1 Kilo:		194.1 Pfg.		223.5 Pfg.

1) Für Berechnung dieser relativen Nährgeldwerthe könnte man einen beliebigen Maassstab zu Grunde legen, er muss für die einzelnen Nahrungsmittel der beiden Gruppen nur gleich sein. Ich bin aber von den Marktpreisen ausgegangen, um der Wirklichkeit entsprechendere Zahlen zu erhalten.

Der Nährgeldwerth stellt sich daher für 1 Kilo Cervelatwurst gleich 1.94 Mark, für Käse gleich 2.23 Mark, oder wenn 1 Kilo Cervelatwurst 4 Mark kostet, kann man für 1 Kilo Käse nach der Gleichung:

$$1.94 : 2.23 = 4 : x = 4.59$$

4.59 Mark zahlen. Da er aber pr. 1 Kilo nur 2 Mark kostet, ist er für Ernährungszwecke um das Doppelte preiswürdiger als Cervelatwurst. —

Ich habe nun im Verlaufe einiger Zeit die Nahrungsmittel des Marktes Münster einer chemischen Untersuchung unterworfen und gleichzeitig ihre Preise auf demselben notirt, um einen Anhalt zu gewinnen, in wie weit letztere mit dem Gehalt an Nährstoffen in Zusammenhang stehen. Für manche bekannte und vielfach untersuchte Nahrungsmittel hielt ich eine gleichzeitige chemische Untersuchung nicht für nöthig, sie sind in der nachfolgenden Tabelle mit einem Sternchen * bezeichnet.

Der Marktpreis, wie der aus der chemischen Zusammensetzung berechnete Nährgeldwerth beziehen sich auf die Menge von 1 Kilo in Pfennigen, weil die Nahrungsmittel mit Ausnahme einiger weniger nur in kleineren Mengen eingekauft werden.

Die chemische Untersuchung anlangend, sind die Stickstoffbestimmungen nach der Will-Varrentrapp'schen Methode ausgeführt und zwar bei den vegetabilischen Nahrungsmitteln durch Titration mit Barytlauge, bei den animalischen fettarmen durch Wägen des Ammoniaks als Platinsalmiak; bei den fettreichen Fleischsorten wurde eine grössere Menge des fein zerhackten Fleisches (10—20 Grm.) auf einem vorher gewogenen Filter vollständig mit Aether extrahirt und Fleisch-Eiweiss + Salze als solche gewogen. Aus dem Stickstoff wurde der Eiweissgehalt durch Multiplication mit 6.25 berechnet. Unter Fett ist der Aetherextrakt zu verstehen, unter Asche oder Salze sand- und kohlefreie Reinasche.

Das Fleisch, von dem stets 1 Pfd. in Untersuchung genommen wurde, wurde wie alle wasserreichen Nahrungsmittel zuerst bei 40—50° vorgetrocknet, dann in einer Fleischhackmaschine sorgfältigst fein zerhackt und gemischt.

Die Analysen sind in Gemeinschaft mit den zur Zeit fungirenden Assistenten der Versuchsstation: Dr. C. Brimmer, B. Farwick und Chr. Kellermann ausgeführt.

Zusammensetzung und Geldwerth der menschlichen Nahrungsmittel.

I. Animalische Nahrungsmittel.

Bezeichnung der Fleischsorte	Chemische Zusammensetzung in Procenten					1 Kilo hat	
	Wasser	Eiweisstoffe	Fett	Extraktivstoffe[1]) resp. Verlust	Salze	Nährgeldwerth	Marktpreis in Münster in Westph.
	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Pfg.	Pfg.
1. Von einem mittelfetten Rind.							
Lendenstück I. Sorte . .	73.48	19.17	5.86	0.11	1.38	136.8	160
Backhast v. Vordertheil II. S.	65.11	17.94	15.55	0.62	0.78	143.9	144[2])
„ „ „ III. S.	71.66	18.14	7.18	—	71.20	132.3	86[2])
Niere	76.93	15.23	6.66	0.08	1.10	112.3	100
2. Fleisch von einem schweren fetten Ochsen.							
Corunkmagen ohne Knochen, vom Hinterviertel . . .	55.01	20.81	23.32	—	0.86	161.9	160
Vom Hinterviertel durchwachsen	47.99	15.93	35.33	—	0.75	174.2	165[2])
Backhast, mager. Vordertheil	65.05	19.94	13.97	—	1.14	157.6	172[2])
Backhast, durchwachsen .	32.49	10.87	56.11	—	0.53	182.9	166[2])
Herz	71.41	14.65	12.64	0.32	0.98	120.5	100
Lunge	78.97	17.37	2.19	0.40	1.07	117.9	40
Milz	75.71	19.87	2.55	0.17	1.70	134.3	40
Leber	71.17	17.94	8.38	0.47	2.04	133.4	50
3. Fleisch von einem schweren, fetten Kalbe.							
Hals-Carbonade	73.91	19.51	5.57	—	1.01	137.9	183[2])
Kalbsbrust	64.66	18.81	16.05	—	0.92	154.4	174[2])
Kalbskeule	70.30	18.87	9.25	0.44	1.14	141.2	198[2])
Herz	72.48	15.39	10.89	0.18	1.06	121.8	60
Lunge	78.34	16.33	2.32	—	1.32	110.8	30

1) Unter „Extractivstoffen" ist bei den Fleischsorten der Verlust zu verstehen, der sich aus der Summe der direkt bestimmten Bestandtheile, Wasser, Fett, Salze und Eiweiss (N multiplicirt mit 6.25) und Subtraction dieser Summe von 100 ergiebt.

2) Preis des Fleisches nach Abzug der miterhaltenen Knochen.

Bezeichnung der Fleischsorte	Chemische Zusammensetzung in Procenten					1 Kilo hat	
	Wasser	Eiweissstoffe	Fett	Extractiv-stoffe	Salze	Nährgeld-werth	Marktpreis in Münster in Westph.
	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Pfg.	Pfg.
4. Fleisch vom halbfetten Hammel.							
Niere	78.60	16.56	3.33	0.21	1.30	114.3	297
Leber	68.18	23.22	5.08	1.68	1.84	161.1	35
Zunge (mit einem Theil des Schlundes)	68.31	15.44	15.99	—	1.12	132.2	116
5. Fleisch von einem 133 Kilo schweren Schweine.							
Schinken	48.71	15.98	34.62	—	0.69	172.1	160
Vom Hals (Hals-Carbonade)	54.63	16.58	28.03	—	0.76	163.8	161 [1])
Von den Rippen	43.44	13.37	42.59	—	0.60	172.1	182 [1])
Von den Schultern . . .	40.27	12.55	46.71	—	0.47	174.9	160 [1])
Vom Kopf	49.96	14.23	34.74	—	1.07	161.9	170 [1])
Herz	75.07	17.65	5.73	0.64	0.91	126.2	110
Lunge	81.61	13.96	2.92	0.54	0.97	96.5	60
Leber	71.16	18.61	8.32	—	1.91	137.4	110
Milz	75.24	15.67	5.83	1.84	1.42	113.5	72
6. Fleisch von einem Hasen u. Geflügel.							
Aus den Lenden	73.73	23.54	1.19	0.47	1.07	1 Kilo Gesammthasenfleisch im Mittel 143.4	221 [2])
Vom Vorder- u. Hintertheil	74.59	23.14	1.07	—	1.29		
Lunge	78.56	18.17	2.18	—	1.16		
Herz	77.57	18.82	1.62	0.86	1.13		
Niere	75.17	20.11	1.82	1.53	1.36		
Leber	73.81	21.84	1.58	1.09	1.68		
Fleisch vom Feldhuhn .	71.96	25.26	1.43	—	1.39	167.2	578 [2])
„ von Krammetsvögel	73.13	22.19	1.77	1.39	1.52	147.8	600 [2])

1) Preis nach Abzug der miterhaltenen Knochen.

2) Dieser Preis für reines Fleisch ist unter der Annahme berechnet worden, dass von dem erhaltenen Schlachtgewicht 20 Proc. unbenutzt bleiben. So wog ein ausgeschlachteter Hase 1980 Grm. welche 3.5 Mark kosteten; das nutzbare Fleisch ist zu 1584 Grm. angenommen; in ähnlicher Weise bei Feldhuhn und Krammetsvögel. Selbstverständlich sind diese Marktpreise den grössten Schwankungen unterworfen.

Bezeichnung der Fleischsorte	Chemische Zusammensetzung in Procenten					1 Kilo hat	
	Wasser	Protein	Fett	Extractivstoffe	Salze	Nährgeldwerth	Marktpreis in Münster in Westph.
	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Pfg.	Pfg.
7. Fleisch von Fischen.							
Häring	47.12	18.97	16.67	—	17.24[1])	156.6	105
Schellfisch	80.97	17.09	0.35	—	1.64[2])	111.8	80[2])
Stockfisch	18.60	77.90	0.36	0.15	1.51[2])	507.1	138[2])
Bücklinge	69.49	21.12	8.51	—	1.24[2])	154.3	178[2])
Sardellen	51.77	22.30	2.21	—	23.72[3])	149.3	465
Lachs	51.89	26.00	11.72	—	9.39[4])	192.4	500
Caviar	45.05	31.90	14.14	—	8.91[5])	235.6	600
8. Sonstige Fleischsorten und animalische Nahrungsmittel.							
Rauchfleisch	47.68	27.10	15.35	—	10.59	206.8	320
Ochsenzunge geräuchert	35.74	24.31	31.61	—	8.51	221.2	267
Schinken geräuchert	27.98	23.97	36.48	1.50	10.07	228.8	300
Cervelatwurst	37.37	17.64	39.76	—	5.44	194.2	400
Frankfurter Würstchen	42.79	11.69	39.61	2.25	3.66	155.2	360
Blutwurst	49.93	11.81[7])	11.48	25.09	1.69	76.4	60
Leberwurst, I. Sorte	48.70	15.93[7])	26.33	6.38	2.66	117.9	140
„ II. „	47.58	12.89[7])	25.10	12.22	2.21	104.8	100
„ III. „	50.12	10.87[7])	14.43	20.71	2.87	77.5	80
Schweineschmalz, I. Sorte	0.14	0.11	99.75	—	Spuren	199.5	180
„ II. „	1.26	0.41	98.33	—	„	196.6	100
Eier[6]) (Hühner-)	72.46	11.36	13.40	1.73	1.05	100.6	200 240
* Milch	88.0	3.2	4.0	4.0	0.8	33.6[8])	15
* Butter	12.0	0.5	86.0	0 5	1.0	176.0	200 240
* Käse	36.0	23.0	37.0	—	4.0	223.5	150 200

1) In der Asche 15.14 Proc. Chlornatrium.
2) Nach Abzug der Kalksalze des untersuchten Fisches.
3) In der Asche 20.59 Proc. Chlornatrium.
4) „ „ „ 7.84 „ „
5) „ „ „ 6.38 „ „
6) Ein Ei wiegt zwischen 40 bis 50 Grm. nach Abzug der Schale.
7) Bei diesen Wurstsorten können wir annehmen, dass die Hälfte der Eiweissstoffe animalischen die andere Hälfte vegetabilischen Ursprungs, das Fett dagegen fast ganz animalisches ist. Die N-freien Extractstoffe müssen zu dem Werth in den vegetabilischen Nahrungsmitteln berechnet werden.
8) Der Milchzucker ist nach dem Verhältniss von 170 Milchzucker zu 100 Fett aus dem Preise des letzteren berechnet und zu 1.2 Mark pro 1 Kilo angenommen.

II. Vegetabilische Nahrungsmittel.

	Chemische Zusammensetzung in Procenten						1 Kilo hat	
	Wasser	Eiweissstoffe	Fett	N-freie Extractstoffe	Holzfaser	Asche	Nährgeldwerth	Marktpreis in Münster
	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Pfg.	Pfg.
Roggenmehl, feines	13.38	9.06	1.42	74.53	0.63	0.98	33.2	36
„ grobes	15 02	9.18	1.63	69.86	2.62	1.69	37.9	24
Weizenmehl, Nr. 0	14.64	8.06	1.24	74.11	0.35	0.60	31.2	44
„ „ 2	14.13	11.12	1.62	71.13	1.19	0.81	35.2	40
„ „ 3	15.40	12.00	1.23	68.95	1.08	1.34	35.8	32
Buchweizenmehl	13.84	9.44	3.32	70.44	0.89	2.07	33.5	48
Buchweizengrütze	14.50	9.31	2.02	72.38	0.50	1.29	32.9	72
Hafergrütze	13.16	12.00	5.34	64.80	2.71	1.99	36.6	60
Griesmehl	14.97	9.31	0.37	74.41	0.21	0.73	32.7	60
Reis	14.41	6 94	0.51	77.61	0.08	0.45	30.0	80
Graupen	12.82	7.25	1.15	76.19	1.36	1.23	30.4	36
Sago	13.00	Spuren	Spuren	86.50	—	0.50	21.6	60
Nudeln (Makaroni) Sternform	14.01	8.69	0.32	76.49	—	0.49	32 2	120
Nudeln (Makaroni) Stengelform	15.86	8.19	0.29	75.06	—	0.60	31.2	98
Schwarzbrod (Pumpernickel)	43.26	6.12	0.93	46.63	0.17	1.89	21.3	20
Roggenbrod	37.22	6.12	0.30	55.18	0.32	0.86	23.1	33
Weizenbrod, feines	26.39	8.62	0 60	62.98	0.41	1.00	28.9	48
„ gröberes	38.06	6.20	0.37	53.16	0.90	1.31	22 7	36
Erbsen*	14.50	23.00	2.00	53.50	4.50	2.50	48.7	30
Schminkbohnen* (Phaseolus vulgaris)	14.50	22.50	2.50	53.00	5.00	2.50	48.1	40
Linsen*	14.50	26.00	2.50	50.50	4.00	2 50	52.7	54
Kartoffeln*	74.50	2.00	0.10	21.50	0.80	1.10	8.4	6
Weisse Rüben	91.87	0.79	0.08	5.88	0.84	0.54	2.7	7
Teltower Rüben	82.23	3.47	0.17	10.91	1.82	1.40	8.0	72
Gelbe Mohrrüben (kl.)	91.22	0.79	0.26	6.09	0.86	0.78	2.8	33
Kohlrabi	85.76	1.80	0.22	10.81	1.36	0.55	4.7	12
Rettig	87.54	1.54	0.14	6.01	1.81	0.96	3.9	30
Spinat[1])	87.14	4.12	0.79	4.23	0.99	2.73	7.6	22[1])
Weisskohl	92.13	1.87	0.08	4.44	0.83	0.65	3.9	10

1) Zusammensetzung und Preise der Gemüsepflanzen verstehen sich für den essbaren Theil derselben.

	Chemische Zusammensetzung in Procenten						1 Kilo hat	
	Wasser	Eiweissstoffe	Fett	N-freie Extractstoffe	Holzfaser	Salze	Nährgeld-werth	Marktpreis in Münster
	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Pfg.	Pfg.
Winterkohl	79.38	5.11	1.04	10.78	1.95	1 74	10.8	20
Rosenkohl	86.26	4.12	0 38	6.29	1.66	1.29	7.9	80
Blumenkohl	92.34	2.89	0.16	3.02	0.80	0.79	5.2	320
Stengel u. Rippe der weissen Rübe (sog. Stengelrüben) . .	91.63	2.25	0.16	2.40	1.45	2.11	4.0	6
Zuckerhut	91.63	1 77	0.16	4.64	1.04	0.76	3.9	50
Spargel	92.94	1.91	0.17	3.74	0.72	0.52	3.9	150
Schnittbohnen . . .	92.34	1.99	0.13	4.23	0.82	0.49	4.1	50
Gartenbohnen (sogen. grosseBohnen) frisch	82.56	6.08	0.39	8.03	2.12	0.82	12.3	38
Erbsen, frisch . . .	82.52	5.54	0.56	9.29	1.41	0.68	10.9	44
Chocolade, süsse . .	2.81	5.56	17.57	70.20		2.98	32.8	215
„ bittere .	1.92	13.04	51.83	27.35		3.77	49.7	400
Thee	14.04	19.49	1.21	59.75		5.51	—	—
Von 100 Thee werden gelöst [1]) . . .	—	4.23[2])	—	11.47		2.52[3])	—	300
Kaffee gebr. beste Sorte	4.37	12.44	11.25	67.61		4.33	—	—
„ „ Menado- .	1.53	11.75	13.63	68.31		4.78	—	—
„ „ Java- . .	1.47	13.87	13.33	65.04		6.29	—	—
„ „ Ceylon- .	1.57	12.31	14.88	67.11		4.13	—	—
Von 100 Thln. dieser gebr. Kaffeesorten werden gelöst:								
Kaffee, erste Sorte .	—	3.63[4])	3.60	12.86		3.38[5])	—	340
„ Menado- . .	—	2.73[4])	4.80	12.18		3.80	—	290
„ Java- . . .	—	4.45[4])	4.38	9.11		5.29	—	260
„ Ceylon- . .	—	3.00[4])	6.04	10.19		3.24	—	300

1) Nach den im Haushalt üblichen Methoden extrahirt.

2) Entsprechend 0.67 Stickstoff.

3) In der löslichen Asche 1.56 Kali und 0.28 Phosphorsäure; vom Gesammtkali des Thee's sind 82.6 Proc. durch Wasser gelöst.

4) Der gelösten Stickstoff-Substanz entsprechen:

Bei Kaffee:	erste Sorte	Menado	Java	Ceylon
	0.57	0.45	0.74	0.48 % Stickstoff.

5) In den gelösten Salzen 1.87 Kali und 0.28 Phosphorsäure; vom Gesammtkali des Kaffee's sind 97.4 Proc. durch Wasser gelöst.

Vorstehenden Zahlen über die chemische Zusammensetzung der menschlichen Nahrungsmittel und dem daraus abgeleiteten Nährgeldwerth dürfte vor der Hand kein grosses Gewicht beizulegen sein; sie mögen auch nur als vorläufiger Versuch angesehen werden, mit der Zeit zu einer Tabelle zu gelangen, welche die mittlere Zusammensetzung und den Nährgeldwerth der menschlichen Nahrungsmittel enthält, ähnlich den längst bekannten Tabellen über die thierischen Futtermittel.

Trotz vieler bereits erwähnter Mängel, welche diesem Versuch ankleben, bieten die Zahlen vorstehender 2 Tabellen doch manches Lehrreiche.

Sie zeigen

I. bei den animalischen Nahrungsmitteln,

1. dass die Fleischsorten von den einzelnen Theilen des Körpers eine sehr verschiedene Zusammensetzung haben, eine Thatsache, die bereits durch viele andere Untersuchungen bekannt ist. Während der procentische Gehalt an Fleischeiweisssubstanz nicht bedeutend schwankt, ist der Wasser- und Fettgehalt den grössten Schwankungen unterworfen; mit dem Steigen des Fettes nimmt der Wassergehalt ab.

Die Zahlen zeigen ferner,

2. wie wenig durchweg, abgesehen von den inneren Fleischtheilen, die Marktpreise mit dem wirklichen Gehalt an Nährstoffen der einzelnen Fleischsorten übereinstimmen.

Ich habe überall, wo dem eingekauften Fleisch Knochen beigemischt waren, diese gewogen und nach Abzug derselben den Preis des wirklich erhaltenen Fleisches berechnet. Das ist streng genommen nicht richtig, da auch die Knochen zur Darstellung von Fleischsuppe im Haushalte eine theilweise Verwendung finden. Die Menge Nahrungsstoffe jedoch, welche durch Kochen mit Wasser aus den Knochen erhalten wird, ist nach 2 Versuchen keine bedeutende; so gaben 100 Grm. frische Rinderknochen, nach üblicher Weise mit Wasser gekocht, im Extrakt:

	I	II
Trockensubstanz . .	7.289 Grm.	—
Darin:		
Fett	4.114 „	—
Stickstoff-Substanz .	2.837 „	1.987 Grm.
Mit Stickstoff . . .	0.454 „	0.318 „

Es wird daher richtiger sein, die Knochen gar nicht zu berücksichtigen, als sie mit ihrem vollen Gewicht dem Fleisch gleich zu setzen.

Unter Berücksichtigung dieses Umstandes zeigt die vorstehende Zusammenstellung, dass die fettreichen Fleischsorten die verhältnissmässig preiswürdigsten sind.

Dieses hat seinen Grund in dem geringeren Wasser- und höheren Fettgehalt derselben, wobei der procentische Gehalt an Eiweiss nicht wesentlich geringer ist, als bei den fettärmeren Fleischsorten. Dass das Fleisch von Wild und Geflügel sehr theuer, das mancher Fische im Vergleich zu dem Gehalt an Nährstoffen sehr billig zu nennen ist, bietet nichts Auffallendes, sondern konnte von vorneherein erwartet werden.

3. Dagegen verdient es einige Beachtung, dass die aus dem Fleisch dargestellten Nahrungsmittel, sei es im geräucherten Zustande oder als Wurst, verhältnissmässig viel theurer sind, als das frische, natürliche Fleisch. Es ist daher durchweg rationeller, statt ersterer letzteres im Haushalt zu verwenden.

4. Auch darf nicht unerwähnt bleiben, dass Milch und daraus dargestellter Käse sehr billige und preiswürdige Nahrungsmittel abgeben; selbst die viel verlangte Butter hat immerhin noch einen ihrem Nährstoffgehalt entsprechenden Preis.

II. Vegetabilische Nahrungsmittel.

1. Unter den vegetabilischen Nahrungsmitteln nehmen die Hülsenfrüchte und Kartoffeln, was Nährstoffgehalt und den demselben entsprechenden Preis anbelangt, den ersten Platz ein. Ferner sind die Mehlsorten von Roggen und Weizen nach ihrem Nährstoffgehalt viel preiswürdiger, als die der anderen Cerealien und vom Buchweizen.

2. Die verhältnissmässig theuersten Nahrungsmittel bilden die Gemüsearten. Manche derselben können zwar als Genussmittel angesehen werden, welche sich einstweilen einer Geldwerthsabschätzung entziehen. Aber selbst wenn man denselben den Nährwerth des Fleisches zuerkennt und ihren Nährstoffen einen gleichen Geldwerth wie denen des Fleisches beilegt, kommt man bei den meisten Gemüsearten zu Zahlen, welche in keinem Verhältniss zu ihren Marktpreisen stehen, resp. dieselben erreichen. Man spricht gegenwärtig viel von hohen Fleischpreisen; es ist aber viel richtiger, in erster Linie die Gemüsepreise als hoch zu bezeichnen.

3. Bei Chocolade, Kaffee und Thee kann von einem Nährgeldwerth nicht die Rede sein, da sie nur Genussmittel sind. Wenn wir aber die geringe Menge Stoffe, welche bei Thee und Kaffee im Haushalt zur Benutzung gelangen, mit den Marktpreisen des ursprünglichen Materials vergleichen, ersehen wir, welcher hoher Werth denselben in unserer Nahrung eingeräumt wird.

Landwirthschaftliche Versuchsstation in Münster
im März 1876.

Zur Wirkung des Arseniks auf den Stoffumsatz.

Von

Dr. H. v. Boeck.

Die Frage, wie sich der Zerfall der Körpersubstanzen insbesondere der des Eiweisses unter dem Einfluss der arsenigen Säure gestalte, erregte seit Langem ebenso das Interesse der Physiologie und der Landwirthschaft, wie der Pharmacologen und Toxicologen.

Die von C. Schmidt und Stürzwage[1]) auf Grund experimenteller Studien an einer Katze gegebene Antwort auf die proponirte Frage be-

1) Moleschott's Untersuchungen etc. T. VI, pag. 283. 1859.

tonte eine Verminderung des Eiweisszerfalles. C. Voit[1]) konnte als Ursache für den Ausfall in den Ausgaben in den Schmidt'schen Versuchen das durch den Arsenik herbeigeführte Erbrechen bezeichnen. Die sohin immer noch offene Frage wurde auch durch die Arbeit von Kunze[2]) nicht endgiltig beantwortet, indem sein Schluss auf verminderten Zerfall der Körpersubstanzen aus einem für diesen Zweck unbrauchbaren Symptome, der Veränderung der Temperatur des Kaninchenohres, hergeleitet war.

Mit den für Stoffwechseluntersuchungen nöthigen Cautelen und um den Schmidt-Stürzwage'schen Fehler zu vermeiden, wurden von mir[3]) im Jahre 1870 am hungernden Hunde Versuche mit Arsenik angestellt, welche eine wesentliche Aenderung des Eiweisszerfalles nicht ergaben, sondern das bestehende Hungergleichgewicht nicht wesentlich alterirten. Mit diesen Versuchen stimmten gleichzeitig in Holland angestellte Untersuchungen von Dr. Fokker zu Goes vollkommen überein.

Im vorigen Jahre hat nun Gäthgens[4]) die Sache noch einmal aufgegriffen und für kleine Gaben Arsenik dieselben Resultate erhalten wie Fokker und ich. Für grosse Gaben des Giftes aber fand er eine Vermehrung im Zerfalle der Eiweisskörper. Die Frage, die sich sofort an dieses Resultat knüpft, ist die, ob es sich hier um eine direkte Arsenikwirkung handle, ob der Arsenik etwa ähnlich wirke dem Phosphor, oder ob vielleicht die Vermehrung der stickstoffhaltigen Ausscheidungen auf einen durch den Versuch erst gesetzten anderen ursächlichen Umstand zurückzuführen sei. Es erscheint nun der letztere Schluss keineswegs unwahrscheinlich, wenn man bedenkt, dass der Versuchshund von Gäthgens zuerst 16 Tage lang auf Halbkost gesetzt war, bei welcher eine tägliche Stickstoffmenge von durchschnittlich 4.8 Grm. ausgeschieden wurde; und dass nach dem 16. Tage der Hund absolute Carenz (nur Wasser und Arsenik wurden gereicht) halten musste, wobei er in den ersten vier Tagen von 4.4 bis 4.9 Stickstoff ausschied. Das so mangelhaft ernährte Thier kann sehr wohl seinen Fettvorrath in den zwanzig Tagen aufgebraucht haben und somit jener Zustand eingetreten sein, welcher sich beim hungernden Thiere durch Vermehrung der Stickstoffausfuhr kennzeichnet. Der Umstand, dass das Thier trotz der Steigerung der Stickstoffausfuhr noch nicht zu Grunde ging, ist noch kein Beweis dafür, dass diese Steigerung

---

1) Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes etc. 1860. pag. 249.

2) Zeitschrift für rationelle Medicin von Henle und Pfeuffer. Bd. XXVIII. pag. 33—58.

3) Untersuchungen über die Zersetzung des Eiweisses im Thierkörper, unter dem Einfluss von Morphium, Chinin und arseniger Säure. München 1871. und Zeitschrift für Biologie, Bd. VII, S. 418.

4) Centralblatt für med. Wissenschaften 1875, pag. 529.

nicht abhängig war von dem Fettmangel des Thieres, wie Salkowsky[1]) einer Bemerkung Forster's gegenüber meint, da ein ähnliches allmäliges Ansteigen der ausgeschiedenen Stickstoffmenge in den späteren Hungertagen, bei Hunden und Katzen schon genügend beobachtet worden ist.

Weiske[2]) sah an zwei Hämmeln die Ausscheidung der stickstoffhaltigen Produkte sinken, sowohl im Harn wie in den Fäcalmassen. Dem daraus von Weiske gezogenen Schlusse, dass unter dem Einfluss von Arsenik eine bessere Ausnützung des Futters stattfinde, muss nach den vorliegenden Versuchen beigepflichtet werden. Allein sein anderer Schluss, dass der Arsenik den Zerfall der Körpersubstanzen hemme, stützt sich auf Zahlen, welche nicht absolut zwingend erscheinen.

Abgesehen davon, dass es bedenklich sein dürfte, von einem Abfalle der täglichen Stickstoffmenge von 11.68 auf 10.93 und von 11.66 auf 10.47 einen weittragenden Schluss zu ziehen, so kommt noch insbesondere in Betracht, dass diese genannten Zahlen an Pflanzenfressern gewonnen wurden, bei denen die Abgrenzung der täglichen Harnmenge viel schwieriger ist, als beim Fleischfresser und bei denen endlich der Darm niemals leer zu bekommen ist, so dass man niemals sicher weiss, wie viel Nahrungsmaterial sich beim Beginn des Versuches noch von der vor dem Versuche aufgenommenen Nahrung im Darme befindet oder wie viel am Ende der Reihe noch im Darme zurückgeblieben ist, ohne in die Säftenmasse übergegangen zu sein.

Uebrigens ist diese Verminderung in demselben geringen Grade auch von mir schon beobachtet worden, ohne dass ich auf dieselbe ein besonderes Gewicht zu legen wagte, so weit es sich nemlich um die Erklärung der gewöhnlichen Arsenikwirkungen handelt.

Wenn man auch zugeben will, dass der Eiweisszerfall unter dem Einfluss von Arsenik sich geringer gestalte, so genügt diese Wirkung des Mittels nicht, die Erfahrungen zu erklären, welche man in Bezug auf besseres Aussehen der Thiere, Fettzunahme u. s. w. machen kann. Wenn es der Fall wäre, dass die Ersparung an Körpersubstanz die Ursache der genannten Erscheinungen wäre, so müsste man durch die Darreichung von etwas mehr Nahrung denselben Effekt erzielen können, was jedenfalls viel einfacher und rationeller wäre. Ebenso wenig kann aus demselben Grunde die etwa 3 Procent betragende bessere Ausnützung des Futters jene Thatsachen erklären und es ist der Zweck dieser Zeilen, vor dem Schlusse zu warnen, dass die Wirkungen des Arseniks in kleinen Gaben auf einem Einfluss desselben auf den Stoffumsatz basirten.

---

1) Virchow-Hirsch Jahresbericht für 1875. Bd. I, pag. 237.

2) Versuche über den Einfluss von Arsenikbeigabe auf die Ansetzung des Futters, sowie auf den Stoffumsatz. Journ. f. Landw., 1875 u. Chem. Centralblatt, 1875, S. 777.

Vergleichende Bestimmungen des Farbstoffgehaltes im Blut der Wirbelthiere.

Von

stud. med. **A. A. Korniloff.**

(Aus dem Tübinger physiologischen Institut.)

(Mit Tafel III.)

Die Zahl der bis jetzt ausgeführten Bestimmungen des Hämoglobulingehaltes des Thierblutes ist eine ziemlich beschränkte. Die zu diesem Zwecke angewandten Methoden sind: 1. die Prevost-Dumas'sche, welche bekanntlich die sogenannten „trocknen Blutkörperchen" nur auf indirektem Wege bestimmt. Nasse (in Wagner's Hand-Wörterbuch) und Milne Edwards (im ersten Band seiner Physiologie) haben eine vollständige Zusammenstellung der nach diesem, jetzt nicht mehr geübten Verfahren gemachten Bestimmungen gegeben. Die verhältnissmässig grösste im Jahre 1856 veröffentlichte Versuchsreihe rührt von J. Jones her, welcher in 1000 Theilen Blut folgende Mengen trockener Blutkörperchen fand: einige Fische etwas über 73, Schlangen 67 bis 117, Emysarten 87 bis 112, Vögel 79 bis 156, Hund 66 bis 80. Prevost und Dumas erhielten für die Taube 156, den Menschen 129, Frosch 69. 2. Blutrothbestimmungen aus dem Eisengehalte des Blutes; die nach dieser Methode gewonnenen Zahlen hat Preyer in seiner Schrift über die Blutkrystalle (Jena 1871) vollständig gesammelt. 3. Die Blutrothbestimmung nach der Preyer'schen Methode beruht auf der Herstellung eines Absorptionsspectrums des mässig verdünnten Blutes und dem allmähligen weiteren Verdünnen des letzteren

bis die „erste Spur“ von Grün im Absorptionsspectrum sichtbar wird. Preyer hat a. a. O. an 8 Thierspecies den Hämoglobulingehalt des Blutes nach seiner Methode bestimmt. 4. Die in der Technologie gebräuchliche Messung der Färbekraft (sog. colorimetrische Methode) mit Benützung einer gefärbten Vergleichslösung von bekanntem Gehalt mag den geringen Anforderungen der ordinären Praxis genügen; genaue wissenschaftliche Messungen lassen sich aber auf diesem Wege nicht ausführen.

Die grosse Genauigkeit, mit welcher der Gehalt einer gefärbten Lösung schnell und fast mühelos mittelst der Methode der quantitativen Spectralanalyse ermittelt werden kann, muss zu Messungen des Blutrothes in möglichst zahlreichen Thieren um so mehr auffordern, als diese Methode nur winzige Mengen Blut verlangt und somit die Möglichkeit gewährt, den Farbstoffgehalt des Blutes auch sehr kleiner Thiere auf das Genaueste bestimmen zu können. Es ist mir desshalb ein Leichtes gewesen, im Sommersemester 1876 fast täglich eine oder mehrere Analysen unter Leitung des Herrn Professor Vierordt in jeweils verhältnissmässig kurzer Zeit ausführen zu können. Ich erlaube mir Herrn Professor Vierordt für die Hülfe, welche er mir erwiesen hat, meinen innigsten Dank zu sagen. Die Zahl meiner Analysen würden noch grösser sein, wenn ich nicht vor Schluss des Semesters in meine Heimath hätte abreisen müssen.

Wer quantitativ-spectralanalytische Messungen ausführt, hat vor Allem die Leistungsfähigkeit seines Auges zu untersuchen. Vielfach wiederholte Messungen der in einer bestimmten Region eines Absorptionsspectrums übrigbleibenden Lichtstärke würden zu diesem Zwecke noch nicht vollständig genügen, indem man bloss die Abweichungen der Einzelbestimmungen unter sich, nicht aber den, sämmtlichen Versuchen etwa anhaftenden, konstanten Fehler erfahren würde. Unsere Methode bietet den weiteren grossen Vortheil, dass auch der konstante Fehler leicht ermittelt und, falls er erheblich ist, bei den Einzelmessungen in Anrechnung gebracht werden kann. Dadurch erhebt sich die Methode von Professor Vierordt über jede subjektiven Einflüsse und wird so objektiv und exakt, wie irgend eine naturwissenschaftliche Maassmethode.

Ich hatte demnach die Aufgabe, die beiden übereinander liegenden Spectren, welche durch die obere und die untere Hälfte des Eintrittsspaltes des Vierordt'schen Spectralapparates gebildet werden, in zahlreich wiederholten Versuchen genau gleich lichtstark zu machen. Die Breite des obern Eintrittspaltes entsprach immer einer Schraubenumdrehung (1/5 Millimeter, d. h. 100 Graden der Schraubentrommel); der untere Eintrittsspalt wurde vorher enger oder weiter als der obere gemacht, so dass beide Spectren (immer wurde die Petroleumflamme als Lichtquelle angewandt) jedesmal erheblich ungleich lichtstark waren. Es galt also, dem oberen Spectrum (welches dem unteren Eintrittsspalt entspricht) durch geeignete Drehung der Mikrometerschraube genau die gleiche Lichtstärke wie dem unteren Spectrum zu geben. Die untere Schraubentrommel musste also genau auf 100 Grade der Schraubentrommel eingestellt werden; die Abweichungen von 100 geben somit den begangenen Fehler nach + oder — unmittelbar an.

Die ersten derartigen Bestimmungen, welche ich von Beginn meiner Absorptionsmessungen machte, ergaben: in 11 Versuchen in der grünen Region einen durchschnittlichen rohen Fehler von — 1.1 % (gröbster Fehler 6 %), in der blauen Region war der durchschnittliche Fehler + 2.4 (5 Versuche). Am zweiten Versuchstag waren die durchnittlichen, rohen Fehler:

bei 10 Versuchen im Grün = 0 (gröbster Fehler 5 %)
„ 15 weiteren „ „ = — 0.27 (gröbster Fehler 4 %)
„ 6 Versuchen „ Roth = + 0.2.

Bei diesen ersten Einübungen bestimmte ich die Fehler jeweils nur nach ganzen Prozenten. Hierauf folgten eine Anzahl von Lichtstärkemessungen im Bereich des Absorptionsspectrums des Fuchsin und schon nach wenigen Tagen durfte ich mich für befähigt halten, an mein eigentliches Thema: Lichtstärkebestimmungen in dem Absorptionsspectrum des Thierblutes, heranzutreten.

Im Verlauf dieser Versuche suchte ich auch in fünf Regionen des Spectrums der Petroleumflamme und zwar jeweils in 100, zusammen also in 500, Messungen sowohl den durchschnittlichen rohen Fehler, dem ich bei diesen Bestimmungen ausgesetzt bin, als auch die Grenzen der von mir begangenen Fehler, genau kennen zu lernen

und zwar nach dem oben erörterten Verfahren, welches in der Gleichmachung der zwei vorher ungleich lichtstarken oberen und unteren Hälften einer und derselben Spectralregion besteht. Dass dabei das ganze übrige Spectrum mit Ausnahme der eben zu untersuchenden Region mittelst der von Prof. Vierordt angegebenen Schiebervorrichtung abgeblendet war, versteht sich von selber. Die gewonnenen Resultate sind in nachfolgender Tabelle I übersichtlich kurz zusammengefasst; ich glaube dieselben um so mehr veröffentlichen zu müssen als bis jetzt umfassende Versuche nach dieser Richtung noch nicht publicirt worden sind.

Die fünf Spectralregionen, an welchen ich die Unterscheidungsempfindlichkeit meines Auges prüfte, sind: Roth: *B* 25 *C* bis *C*; Orange: *C* 33 *D* bis *C* 60 *D*; Grün: *D* 64 *E* bis *D* 87 *E* (Stelle des zweiten Absorptionsbandes des Oxyhämoglobulin); Blau: *F* 29 *G* bis *F* 60 *G* und Violett: *G* 15 *H* bis *G* 30 *H*.

In jeder der Versuchreihen war in der einen Hälfte der Fälle die untere Hälfte des Eintrittsspalts enger, in der anderen Hälfte der Fälle aber weiter, als die immer konstant bleibende auf eine Schraubenumdrehung eingestellte obere Spalthälfte. Im ersten Fall war also die obere dunklere Hälfte der sichtbaren Spectralregion ebenso hell zu machen, als die untere Hälfte; im zweiten musste die anfänglich hellere obere Hälfte der Spectralregion in ihrer Lichtstärke so weit abgemindert werden bis sie der Helligkeit der unteren Hälfte gleich war.

Die Zahlen der Tabelle I geben den bei diesen Gleichsetzungen gemachten procentigen Fehler an, der +, oder 0, oder — sein kann.

(Siehe die Tabelle auf Seite 519.)

Der Tabelle zufolge ist die Leistungsfähigkeit meines Auges im Grün und Blau am grössten; geringer ist sie im Roth und Orange, am geringsten im Violett. Die optische Lichtstärke der 5 von mir untersuchten Regionen des Spectrums der Petroleumflamme zeigt bekanntlich enorme Unterschiede.

In Tabelle I sind bei jeder Spectralregion die mittleren Fehler für die beiden Hauptfälle eingeschrieben. Aus den betreffenden Zahlen geht hervor, dass der Fehler darin besteht, dass mein Auge

Tabelle I.

	Untere Spalte enger					Untere Spalte weiter				
	Roth	Orange	Grün	Blau	Violett	Roth	Orange	Grün	Blau	Violett
+ 9.0 bis + 8.1	1	—	—	—	2	—	—	—	—	1
+ 8.0 „ + 7.1	—	3	—	—	6	—	1	—	—	1
+ 7.0 „ + 6.1	2	3	—	—	2	1	2	—	—	2
+ 6.0 „ + 5.1	5	3	—	—	10	—	1	—	—	2
+ 5.0 „ + 4.1	3	6	—	—	4	4	6	—	—	4
+ 4.0 „ + 3.1	5	7	1	—	1	2	—	—	1	1
+ 3.0 „ + 2.1	5	1	3	4	1	4	2	4	3	3
+ 2.0 „ + 1.1	8	2	13	8	4	—	5	4	2	2
+ 1.0 „ + 0.2	3	6	8	16	2	3	5	7	13	6
+ 0.1 „ — 0.1	2	1	—	4	—	1	1	6	1	—
— 0.2 „ — 1.0	2	4	10	8	—	3	2	10	9	3
— 1.1 „ — 2.0	6	1	10	5	6	10	10	9	15	3
— 2.1 „ — 3.0	5	3	4	1	2	6	4	7	5	4
— 3.1 „ — 4.0	3	3	1	2	2	5	6	3	1	1
— 4.1 „ — 5.0	—	1	—	1	4	5	1	—	—	3
— 5.1 „ — 6.0	—	—	—	—	2	4	2	—	—	6
— 6.1 „ — 7.0	—	3	—	—	1	1	1	—	—	5
— 7.1 „ — 8.0	—	3	—	—	—	1	1	—	—	2
— 8.1 „ — 9.0	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
— 9.1 „ — 10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Zahl der Fälle	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Mittlerer Fehler in Procenten	+ 1.542	+ 1.026	+ 0.06	+ 0.102	+ 1.88	— 1.42	— 0.212	— 0.638	— 0.52	— 1.056

bei der Gleichmachung der beiden vorher ungleich hellen Hälften derselben Spectralregion jeweils durchschnittlich etwas zu viel thut, d. h. musste ich die dunklere Spectralhälfte heller machen, um ihr dieselbe Lichtstärke zu geben, wie der anderen Spectralhälfte, so war die von mir bewirkte Vergrösserung der Lichtstärke ein wenig grösser, als an sich nöthig war; musste ich dagegen die ursprünglich hellere Spectralhälfte abschwächen, um die Gleichstellung mit der anderen zu bewerkstelligen, so wurde die erstere durchschnittlich etwas weniger lichtstark hergestellt, als das Vergleichslicht.

Der mittlere + und — Fehler ist aber in jeder Versuchsreihe sehr gering, d. h. unter einem Procent im Grün und Blau (auch in der einen Versuchsreihe im Orange), etwas grösser im Roth, Orange und Violett; aber selbst der gröbste mittlere Fehler erreicht noch nicht 2 Procente. Aber auch dieser Fehler lässt sich compensiren.

Meine Lichtstärkemessungen am Absorptionsspectrum des Blutes stellte ich nämlich in der Art an, dass abwechselnd je das eine Mal das Spectrum der Petroleumflamme dem viel dunkleren Blutspectrum gleich gemacht wurde, während das andere Mal der Eintrittsspalt für das Spectrum der Petroleumflamme vorher so verengt wurde, dass derselbe erweitert werden musste, um das Spectrum der Petroleumflamme dem Blutspectrum gleich zu machen. Ich hatte also mit zwei sich leidlich compensirenden Fehlern zu thun, so das (im Mittel aus je 100 Versuchen in jeder der 5 Spectralregionen) der mittlere rohe Fehler beträgt: im Roth + 0.122 Proc.; Orange + 0.814; Grün — 0.632; Blau — 0.418 und Violett + 0.824 Procent. Die Vorzeichen der mittleren Fehler wechseln unregelmässig, weil die Zahl der Versuche eine relativ geringe ist. Der mittlere rohe Fehler im Durchschnitt aus allen 500 Beobachtungen ist + 0.142 Procent. Die Fehler sind somit so gering, dass die betreffenden Lichtstärke- resp. Hämoglobulinbestimmungen den Anspruch auf grosse Genauigkeit machen dürfen.

Ueber die Versuchstechnik bei den Hämoglobulinbestimmungen habe ich Folgendes zu bemerken.

Eine feine, spitz ausgezogene und etwa 15 Millimeter über der Spitze mit einem Knie versehene Glaspipette diente zur Messung des Blutvolums. Die Pipette hatte von der Spitze bis zum Knie einen Inhalt von 0.02113 Cub.-Centim. Der oberhalb des Kniees befindliche 9 Centimeter lange und weitere Theil der Pipette verlauft geradlinig; durch Ansaugen am oberen Ende kann der Maassraum der Pipette schnell gefüllt werden. Je nach der Thierart wurde das Blut 200- oder 100fach, unter Umständen noch weniger verdünnt. Die Verdünnungen hatten somit gewöhnlich ein Volum von über 2 resp. 4 Cubikcentimenter, also mehr als hinreichend, um den zur Herstellung des Absorptionsspectrums dienenden Flüssigkeitsbehälter gewöhnlicher Construction mit 1, unter Umständen auch 2 Centimeter Dicke der Flüssigkeitsschicht, füllen zu können.

Um die Blutpipette mit vollkommener Genauigkeit bis an das Knie zu füllen, wurde eine Aspirationsvorrichtung angewandt. Eine 3 Centimeter lange ziemlich weite Gasröhre A war an beiden Enden mittelst Korken verschlossen. Der eine untere Kork bekam eine

Bohrung, in welche das Saugrohr der Blutpipette luftdicht eingebracht wurde. Der andere obere Kork hatte zwei Bohrungen; in die erste war ein kurzes Glasröhrchen eingesetzt, welches mit einem längeren Kautschukrohr verbunden war, in dessen anderes Ende wiederum ein Glasrohr eingeschoben wurde. Dieses Glasrohr und der angrenzende Theil des Kautschukrohres wurden mit Wasser gefüllt; senkt man das Glasrohr so, dass es tiefer liegt, als die Spitze der Blutpipette, so füllt sich letztere, wenn die Spitze mit einem Tropfen Blut in Berührung gebracht wird, alsbald; durch richtigen Stand des Wasserrohres wird die Blutfüllung genau bis zum Knie der Pipette hergestellt. Durch Erheben des Wasserrohres wird der Inhalt der Pipette alsbald in das zur Verdünnung und Auflösung des Blutes dienende Wasservolum entleert; einige abwechselnde Hebungen und Senkungen des Wasserrohres befreien die Pipette von den letzten Resten etwa anhaftenden Blutes. Das Blut wird mit einer feinen Glascapillare durch Umrühren in dem Menstruum alsbald gelöst. In die zweite Bohrung des oberen Korkes der Glasröhre *A* ist ebenfalls ein kurzes Glasröhrchen luftdicht eingesetzt, das in ein längeres Kautschukrohr übergeht, welches gewöhnlich mittelst einer Pipette verschlossen ist. Dieses Kautschukrohr dient zur Reserve, um die Pipette erforderlichen Falles ventiliren zu können. Der Apparat ist mittelst des Glasrohres *A* an einem Stativ befestigt.

Normales Säugethierblut gibt bei 200 facher Wasserverdünnung bekanntlich eine sehr klare Lösung; dieses ist aber beim Blute der Vögel, viel mehr noch der Kaltblüter, nicht der Fall; die rothe Lösung ist immer ein wenig trüblich. Die Trübung kommt zum Theil von dem im bloss aufgequollenen Zustand vorhandenen Faserstoff her; rührt man die Blutlösung mit einem feinen Stäbchen 2—4 Minuten lang um, so schlägt sich, was beim Säugethierblut nicht der Fall ist, an das Stäbchen eine dünne Gallerte, während zugleich die Blutlösung sich völlig aufhellt. Bringt man mittelst einer feinen, unten zugeschmolzenen Glascapillare, welche vorher in eine Aetznatronlösung eingetaucht wurde, ein Minimum Alkali zu unseren Blutlösungen (von 2—4 Centimeter Volum), so verschwindet die Trübung alsbald, ohne dass die charakteristischen Absorptionsbänder

des Oxyhämoglobulin verändert würden. Das Alkali lösst alles, was in der Flüssigkeit bloss in feinstem Zustand suspendirt war, vollkommen auf, also den Faserstoff und das Stroma der Blutkörperchen, von allem der farblosen; mit dem Hämoglobulin geht das Alkali unter diesen Umständen keine Verbindung ein. Die Versetzung des Blutes mit ausserordentlich wenig Alkali ist unerlässlich nothwendig; sie allein gibt absolut klare Blutlösungen. Trübliche Lösungen sind bekanntlich zur quantitativen Spectralanalyse unbrauchbar. Auch die scheinbar ganz klaren Lösungen von Säugethierblut wurden immer mit Alkali versetzt. Die nachfolgende Zusammenstellung zeigt, dass die absolut klar gewordene Blutlösung etwas weniger Licht absorbirt, als vor dem Natronzusatz.

Band I.

Thierart	Ohne Natronzusatz		Mit Natronzusatz	
	Lichtstärke	Extinctions-coëfficient	Lichtstärke	Extinctions-coëfficient
Kaninchen	0.2511	1.2003	0.2568	1.1808
"	0.3424	0.9299	0.3532	0.9054
"	0.4674	0.6606	0.4772	0.6432

Band II.

Thierart	Ohne Natronznsatz		Mit Natronzusatz	
	Lichtstärke	Extinctions-coëfficient	Lichtstärke	Extinctions-coëfficient
Kaninchen	0.2505	1.2024	0.2569	1.1805
"	0.3342	0.9506	0.3526	0.9042
"	0.4410	0.7111	0.4869	0.6246

Bei meinen anfänglichen Messungen des Blutspectrums wiederholte ich die Messungen im Bereich des I und II Absorptionbandes 15 Mal; später 10 Mal und schliesslich, nachdem ich grosse Uebung erlangt hatte und das zu untersuchende Material stark zunahm, je 5 Mal. Folgendes Beispiel aus meinen Anfangsversuchen soll die Zuverlässigkeit meiner Messungen erläutern. Es versteht sich, dass

die zahlreich wiederholten Messungen bei jedem Einzelthier hier nicht aufgeführt werden können.

Band II.

Lichtstärke:	25.0%	25.6	25.5	25.7	26.4	25.9	26.8	25.0
	24.9	26.5	25.5	25.1	26.5	25.0	25.9%.	

In der nachfolgenden Haupttabelle II gebe ich eine summarische Uebersicht über meine sämmtlichen Hämoglobulinbestimmungen. Dieselben betreffen 110 Wirbelthiere, welche sich auf 44 Species vertheilen; bei den meisten Klassen sind auch die Hauptordnungen in ihrer Mehrzahl vertreten, nur die Fische machen, — in Folge der bedauerlichen Armuth des oberen Neckars an Fischarten — eine mir unerwünschte Ausnahme. In einzelnen Fällen misslang die Ansammlung des Blutes; indem z. B. bei kleinen Goldfischen (grössere waren nicht zu erhalten) nicht einmal das erforderliche winzige Volum von 1/50 Cubik-Centimeter reinen Blutes angesammelt werden konnte und in anderen Fällen das Blut schon vor der Verdünnung mit Wasser coagulirte. So gelang z. B. keine regelrechte Lösung des Blutes von Triton cristatus.

Die meisten Tabellenköpfe bedürfen keiner weiteren Erläuterung In der Rubrik „Geschlecht (und Alter)" bedeutet das Zeichen * junge Thiere.

In der Rubrik „Körperstelle", welcher das untersuchte Blut entnommen ist, bedeutet: H = Herz; D = Durchschneidung des Halses oder Anschneiden der grossen Halsgefässe; E = Einstich in die Haut mit einer feinen Lancette.

Die Rubrik „beobachtete Lichtstärke" gibt die jeweils direkt gemessene übrigbleibende Lichtstärke in der bezüglichen Spectralregion bei 10 Millimeter Dicke der durchstrahlten Blutlösung von dem in der nebenanstehenden Rubrik bemerkten Verdünnungsgrad. Fast ausnahmslos wurde, wie erwähnt bei 10 Millimeter Dicke der Blutlösung experimentirt; wurde eine 20 Millimeter dicke Schichte angewandt, so ist das (in der Rubrik Lichtstärke) mit II angegeben.

Der Exstinctionscoëfficient in einer bestimmten Spectralregion ist bekanntlich der Ausdruck für den proportionalen Hämoglobulingehalt; er ist selbstverständlich immer für dieselbe Dicke der Blutlösung (1 Centimeter) und denselben Verdünnungsgrad der letzteren

(1/100) berechnet. Die Absorptionsmessungen wurden immer in den Regionen der beiden Absorptionsstreifen des Oxyhämoglobulin angestellt. In der Rubrik „relativer Exstinctionscoëfficient des Bandes I" ist der Exstinctionscoëfficient des Bandes II = 1000 gesetzt.

Alle übrigen Tabellenköpfe bedürfen keiner weiteren Erläuterung.

Tabelle II.

Nummer	Thierart	Geschlecht (u. Alter)	Körpergewicht in Grammen	Körperstelle des untersuchten Blutes	Angewandte Blutverdünnung	Absorptionsband I		Absorptionsband II		Relativer Exstinctions-coëffic. v. Absorptionsbd. I	Bemerkungen
						Beobachtete Lichtstärke	Exstinctions-coëfficient für 100fache Blutverdünnung	Beobachtete Lichtstärke	Exstinctions-coëfficient für 100fache Blutverdünnung		
1	Karpfe. Cyprinus carpio	M	645	H	200	0.4838	0.6907	0.4197	0.7541	836	aus der Donau 37 Centim. lang.
2	Barbe. Barbus fluviatilis	W	282	„	„	0.8820	0.1091	0.8416	0.1498	728	
3	„	„	357	„	„	0.8153	0.1774	0.7650	0.2327	762	
4	„	„	275	„	„	0.7360	0.2662	0.6968	0.3138	848	
5	„	„	380	„	„	0.7220	0.2829	0.6732	0.3437	823	
6	„	„	350	„	„	0.6927	0.3189	0.6360	0.3931	811	
7	„	M	245	„	„	0.7023	0.3070	0.6258	0.4071	754	
8	„	W	415	„	„	0.6630	0.3570	0.6066	0.4342	822	
9	„	M	301	„	„	0.6062	0.4348	0.5408	0.5339	814	35 Centim. lang.
10	Schuppfisch. (Siehe Bemerk.)	W	607	„	100	0.7770 II	0.0548	0.7004 II	0.0773	709	Schuppfisch. (Squalius cepha-
11	„	„	180	„	200	0.7392 II	0.1312	0.6840 II	0.1649	796	lus L. Leuciscus
12	„	M	134	„	„	0.7240	0.2805	0.6780	0.3376	881	dobula Val.)
13	„	„	419	„	„	0.6058	0.4353	0.5710	0.4867	895	38 Centim. lang.
14	Springer. (Weissfisch.) (S. Bemerk.)	„	612	„	„	0.8220	0.1603	0.7520	0.2476	647	Springer. (Squa-
15	„	„	142	„	„	0.7600	0.2384	0.7204	0.2849	837	lius Leuciscus L.
16	„	„	509	„	„	0.7120	0.2950	0.6540	0.3689	800	Leuciscus aulg.
17	„	„	110	„	„	0.6748	0.3418	0.6177	0.4185	817	Flem.)
18	„	„	508	„	„	0.6270	0.4055	0.5906	0.4574	887	22 Centim. lang.
19	Erdmolch. Salamandra maculata	W	28.8	D	„	0.8323 II	0.0794	0.7205 II	0.1424	558	
20	„	„	39.3	„	„	0.7206 II	0.1423	0.5858 II	0.2323	612	
21	„	„	45	„	„	0.6050 II	0.2183	0.5167 II	0.2868	758	
22	„	„	28	„	„	0.5850 II	0.2828	0.5043	0.2973	783	
23	„	„	42.5	„	100	0.5075	0.2946	0.4573	0.3398	867	
24	Wasserfrosch. Rana esculenta	„	53	H	„	0.5756	0.2399	0.4972	0.3035	757	altes Thier.
25	„	M	78	„	200	0.3262 II	0.4865	0.2756 II	0.5597	987	das Blut war de-
26	„	W	66	„	„	0.5315	0.5490	0.4758	0.6452	851	fibrinirt.
27	Landfrosch. Rana temporaria	M	39.9	„	„	0.5223	0.5642	0.4711	0.6538	863	seit vier Wochen
28	Unke. Bombinator igneus	W	7	„	„	0.8215	0.1708	0.8140	0.1788	955	gefangen.
29	„	M	6	„	„	0.5477	0.5229	0.4906	0.6186	845	

Nummer	Thierart	Geschlecht (u. Alter)	Körpergewicht in Grammen	Körperstelle des untersuchten Blutes	Angewandte Blutverdünnung	Absorptionsband I: Beobachtete Lichtstärke	Absorptionsband I: Extinctionscoëfficient für 100fache Blutverdünnung	Absorptionsband II: Beobachtete Lichtstärke	Absorptionsband II: Extinctionscoëfficient für 100 fache Blutverdünnung	Relativer Extinctionscoëffic. v. Absorptionsbd. I	Bemerkungen
30	Kröte. Bufo variabilis	W	135	H	100	0.3790	0.4214	0.3500	0.4559	924	
31	Bufo calamita.	M	35	„	200	0.7128	0.2941	0.6760	0.3401	865	
32	Ringelnatter. Coluber natrix.	W	190	D	200	0.5890	0.4598	0.5540	0.5130	766	90 Centim. lang.
33	„	„	155	„	„	0.5496	0.5199	0.5245	0.5605	928	80 Centim. lang.
34	„	„	96	„	„	0.5270	0.5564	0.4920	0.6161	896	75 Centim. lang mit stark entwickelten Eiern.
35	„	„	156	„	„	0.5310	0.5498	0.4920	0.6161	903	85 Centim. lang.
36	Blindschleiche. Anguis fragilis.	M	6.5	„	„	0.6543	0.3685	0.6040	0.4379	841	
37	„	W	31	„	„	0.6360	0.3931	0.6018	0.4411	891	voll von entwickelten Eiern.
38	Eidechse. Lacerta agilis.	M*	5	„	„	0.6962	0.3147	0.6232	0.4108	766	junges Thier.
39	„	W	14	„	„	0.6050	0.4365	0.5705	0.4875	895	voll von entwickelten Eiern.
40	„	„	24	„	„	0.6174	0.4189	0.5698	0.4886	857	
41	„	„	27.5	„	„	0.5806	0.4723	0.5384	0.5378	878	voll von entwickelten Eiern.
42	Lacerta viridis.	M	15	„	„	0.7458	0.2548	0.7230	0.2817	904	
43	Schildkröte. Emys europaea.	„	32.9	„	50.57	0.6362	0.0993	0,5916	0.1143	869	
44	„	W	32	„	100	0.5683	0.2454	0.5251	0.2790	879	
45	„	M	29	„	„	0.6146	0.2118	0.5580	0.2534	836	
46	Ente.	M*	66.5	D	200	0.6320	0.3986	0.5780	0.4762	818	
47	„	„	993	„	„	0.5000	0.6021	0.4361	0.7208	835	
48	„	„	1071	„	„	0.2766	1.1163	0.2530	1.1938	934	
49	Gans.	W	2609	„	„	0.4238	0.7457	0.3542	0.9035	—	das Blut war defibrinirt.
50	Haushuhn.	M*	291	„	„	0.6562	0.3655	0.6223	0.4120	887	9 Wochen alt.
51	„	„*	399	„	„	0.6068	0.4339	0.5317	0.5481	794	„ „
52	„	W	1391	„	„	0.4200	0.7535	0.3906	0.8165	923	
53	„	„	1172	E. in den Kamm	„	0.4204	0.7527	0.3880	0.8336	903	graubraun, sechs Jahre alt.
54	Taube.	„*	14	D	„	0.7715	0.2253	0.7112	0.2960	761	24 Stunden alt.
55	„	„*	229	„	„	0.3405	0.9363	0.3135	1.0075	929	3 Monate alt.
56	„	„	250	„	„	0.3188	0.9932	0.2972	1.0539	942	
57	Wachtel. Coturnix dactylisonans.	M	192	E. in V. jugul.	„	0.4264	0.7904	0.3772	0.8469	933	
58	Sperling.	W*	17	D	„	0.7140	0.2926	0.6534	0.3697	791	4 Tage alt.
59	„	„	30	„	„	0.4780	0.6412	0.4245	0.7444	861	
60	„	M*	20	„	100	0.5210	0.2831	0.4780	0.3206	883	
61	Buchfink. Fringilla coelebs.	„	15	„	200	0.5820	0.4702	0.5180	0.5714	823	

Nummer	Thierart	Geschlecht (u. Alter)	Körpergewicht in Grammen	Körperstelle des untersuchten Blutes	Angewandte Blutverdünnung	Absorptionsband I		Absorptionsband II		Relativer Extinctionscoëffic. v. Absorptionsbd. I	Bemerkungen
						Beobachtete Lichtstärke	Extinctionscoëfficient für 100fache Blutverdünnung	Beobachtete Lichtstärke	Extinctionscoëfficient für 100fache Blutverdünnung		
62	Buchfink. Fringilla coelebs.	W	15	D	200	0.4950	0.6108	0.4402	0:7127	857	
63	Distelfink. Carduelis elegans.	M	18	„	„	0.2780	1.1119	0.2364	1.2527	888	
64	Staar. Sturnus vulgaris.	W	56	„	„	0.3958	0.8051	0.3610	0.8850	910	
65	Rabe. Corvus corax.	M	259	„	„	0.5780	0.4762	0.5060	0.5917	805	
66	Dohle. Corvus monedula.	W	143	„	„	0.5490	0.5208	0.4928	0.6147	847	
67	Bachstelze. Motacilla alba.	M*	17	„	„	0.4820	0.6339	0.4342	0.7246	875	stark halbflügg.
68	„	„*	14.5	„	„	0.4630	0.6688	0.4250	0.7432	900	
69	Rothschwänzchen. Sylvia Tithys.	„*	14	„	„	0.5142	0.5777	0.4600	0.6745	856	junge Vögel aus demselben Neste.
70	„	„*	13.5	„	„	0.4740	0.6485	0.4240	0.7453	868	
71	„	W*	13	„	„	0.4742	0.6426	0.4184	0.7589	847	
72	„	„*	14	„	„	0.4050	0.7851	0.3666	0.8716	901	
73	Amsel. Turdus merula.	M	49	„	„	0.5440	0.5288	0.4670	0.6614	800	
74	Dorndreher. Enneoctonus collurio.	W*	19.5	„	„	0.5860	0.4642	0.5310	0.5498	844	Nestvögel aus demselben Neste.
75	„	„*	23	„	„	0.5860	0.4642	0.5170	0.5730	810	
76	„	M*	22	„	„	0.5630	0.4990	0.5110	0.5832	856	
77	Schwalbe. Hirundo urbica.	„*	20	„	„	0.5612	0.5018	0.5272	0.5561	902	Nestvogel.
78	„	W	16	„	„	0.3602	0.8867	0.3384	0.9412	942	Mutter von 77.
79	Thurmfalk. Tinnunculus alaudarius.	„	851	„	„	0.3860	0.8268	0.3466	0.9204	898	
80	Habicht. Astur palumbarius.	„*	609	Ein V. jugul.	„	0.5718	0.4855	0.5136	0.5788	839	junges Thier.
81	Rind.	M*			„	0.4806	0.6364	0.4552	0.6836	981	12 – 14 Tage alt das Blut war defibrinirt.
82	„	„			„	0.4450	0.7033	0.4110	0.7723	911	5 – 6 Jahre alt. verschnitten, das Blut war defibrinirt.
83	„	W			„	0.4170	0.7597	0.3797	0.8412	905	das Blut war defibrinirt.
84	„	„			„	0.3660	0.8730	0.3632	0.8797	992	3 J. alt, das Blut war defibrinirt.
85	„	M	350—400 K.		„	0.3870	0.8246	0.3588	0.8903	926	5 J. alt, das Blut war defibrinirt.
86	Schaf.	„			„	0.4477	0.6980	0.4230	0.7473	934	Probe aus der gesammten ausgelassenen Blutmasse. Verschnitt.

Nummer	Thierart	Geschlecht (u. Alter)	Körpergewicht in Grammen	Körperstelle des untersuchten Blutes	Angewandte Blutverdünnung	Absorptionsband I		Absorptionsband II		Relativer Exstinctionscoëffi. v. Absorptionsbd. I	Bemerkungen
						Beobachtete Lichtstärke	Exstinctionscoëfficient für 100 fache Blutverdünnung	Beobachtete Lichtstärke	Exstinctionscoëfficient für 100 fache Blutverdünnung		
87	Schwein.	M	—		200	0.3678	0.8688	0.3340	0.9525	912	½ Jahr alt, verschnitten.
88	Eichhorn.	W	197	D	„	0.2686	1.1418	0.2386	1.2447	917	6 Jahre alt.
89	Maus. Mus musculus.	„	15	„	„	0.3759	0.8499	0.3127	1.0096	842	
90	„	„	11.1	„	„	0.3565	0.8959	0.3092	1.0195	879	hoch trächtig.
91	„	„	13.5	„	„	0.3590	0.8898	0.3082	1.0228	869	
92	Ratte. Mus decumanus.	M	385	„	„	0.3960	0.8046	0.3630	0.8802	914	
93	„	W	202	„	„	0.3584	0.8913	0.3236	0.9800	909	
94	„	M	344	„	„	0.3060	1.0286	0.2792	1.0876	946	
95	Kaninchen.	W	3953	E ins Ohr	„	0.5232	0.5627	0.4954	0.6100	922	graugelb, sehr altes Thier.
96	„	W*	230*	H	„	0.4872	0.6246	0.4769	0.6432	971	grau, 5 Wochen alt.
97	„	„*	24*	D	100	0.1606	0.7942	0.1472	0.8321	955	12 Stdn. alt, das Blut w. defibrinirt.
98	„	M	1812	E ins Ohr	200	0.3532	0.9042	0.3526	0.9054	998	weiss.
99	„	W	1562	E ins Ohr	„	0.2569	1.1805	0.2568	1.1808	999	schwarz, 1 Jahr alt.
100	Meerschweinchen.	M*	165	Vena jugularis	„	0.3772	0.8469	0.3400	0.9371	903	17 Tage alt.
101	„	„	625	„	„	0.3418	0.9325	0.3100	1.0173	917	2 Jahre alt.
102	„	W	500	H	„	0.3098	1.0178	0.3052	1.0311	987	gelb-schwarz, ½ Jahr alt, trächtig
103	„	M*	107	„	„	0.3453	0.9236	0.3002	1.0452	884	11 Tage alt.
104	Hund.	W	8.5 Kilo	Art. cruralis	„	0.3269	0.9712	0.2774	1.1138	872	
105	Katze.	M*	123	D	„	0.3954	0.8049	0.3676	0.8693	926	4 Tage alt.*
106	„	„*	687	Vena jugularis	„	0.3732	0.8561	0.3340	0.9525	899	14—16 Wochen alt, war krank.
107	„	W*	121.5	D	„	0.3620	0.8826	0.3152	1.0028	880	4 Tage alt. 105 u. 107 Geschwister.*
108	Maulwurf.	M	439	„	„	0.3600	0.8874	0.3220	0.9843	902	
109	„	„	115	„	„	0.2378	1.2486	0.2144	1.3376	933	
110	„	„	71	„	„	0.3237	0.9797	0.2790	1.1088	884	

In dieser Arbeit sind die Exstinctionscoëfficienten für die dem zweiten Absorptionsband des Oxyhämoglobulin entsprechende Spectralregion als proportionaler Ausdruck des Hämoglobulingehaltes benützt. Die stärkere Lichtabsorption, also grössere optische

Sensibilität im zweiten Band giebt letzterem für die Zwecke der quantitativen Spectralanalyse den Vorzug vor dem ersten Band, das nur diejenigen noch als das dunklere bezeichnen können, die sich durch den Kontrast mit dem hellen, orangefarbigen Nachbarbezirk, täuschen lassen, und das Bedürfniss nicht fühlen, die auf dem blossen Augenschein beruhende qualitative Untersuchung der Absorptionsspectren mit der photometrischen Methode zu vertauschen.

Ist künftig im Spectrum einer Lösung von Blutkrystallen von genau gekanntem Gehalt die Lichtabsorption im Bereich des zweiten Absorptionsbandes ein für allemal festgestellt, so lassen sich meine Zahlen sogleich in absolute Hämoglobulinwerthe umrechnen.

Würde das Blut aller Wirbelthiere bloss einen einzigen Farbstoff enthalten, so müssten die Exstinctinscoëfficienten für die einzelnen Regionen sämmtlicher Blutspectren in unabänderlichen festen Verhältnissen unter sich stehen. Professor Vierordt hat aber am Blute verschiedener Säuger schon gezeigt, dass letzteres nicht genau der Fall ist. Er hat ferner nachgewiesen, dass das reine (völlig Hämoglobulinfreie) Serum in Bezug auf seine Lichtabsorption so weit unter der Lichtabsorption des Hämoglobulin steht, dass das Spectrum des letzteren in den meisten Bezirken durch das des Plasmafarbstoffes nicht merklich gestört werden kann. Nur im Blau könnte der Serumfarbstoff eine gewisse untergeordnete Wirkung neben dem Hämoglobulin erlangen. Wenn nun ein konstantes Verhältniss der Absorptionscoëfficienten der einzelnen Regionen der Blutspectren verschiedener Thiere nicht existirt, so folgt daraus, dass noch andere Farbstoffe von einem gewissen nebensächlichen Einfluss sein müssen.

Zunächst wäre nicht unmöglich, dass das Hämoglobulin in der Thierreihe gewisse optische Unterschiede zeige, d. h. dass mehrere Modificationen dieser Verbindung existiren. Undenkbar ferner wäre nicht, dass in einem um das 200fache in lufthaltigem Wasser verdünnten Blut, — trotz scheinbar günstigen Bedingungen für die Oxydation — vielleicht wechselnde Antheile sauerstoffl osen Hämoglobulins enthalten wären. Das Absorptionsspectrum des reducirten Hämoglobulin unterscheidet sich, wie Prof. Vierordt photometrisch nachgewiesen hat, sehr bedeutend von dem des sauerstoff-

haltigen Hämoglobulin; somit könnten schon sehr kleine Antheile reducirten Farbstoffes das Verhältniss der Exstinctionscoëfficienten in den einzelnen Spectralbezirken — bei der grossen Empfindlichkeit der photometrischen Methode — merklich ändern. Endlich ist auch die Anwesenheit anderer Farbstoffe im Blut, z. B. von Indigoblau in allerfeinster Suspension, oder von Gallenpigmenten u. s. w. möglich, die aus denselben Gründen, schon in den minimalsten variabelen Antheilen das Blutspectrum etwas verändern könnten.

Aus diesen Gründen können in meiner Haupttabelle die Exstinctionscoëfficienten, z. B. der beiden Absorptionsbänder des Oxyhämoglobulin nicht genau proportional mit einander dem zunehmenden Hämoglobulingehalt entsprechend fortschreiten. Ordne ich die Coëfficienten nach aufsteigenden Werthen an, so fallen bloss etwas mehr als 1/5 von allen mit einander zusammen, das heisst das fragliche Thier hat in meiner Versuchsreihe dieselbe Ordnungszahl in Bezug auf seinen Hämoglobulingehalt, ob wir das I. oder II. Absorptionsband zu Grunde legen. Bei den übrigen Thieren finden also, in der Regel aber nur geringe, Verschiebungen statt, d. h. der Hämoglobulingehalt ist ein wenig grösser, wenn er auf das II. Band, geringer, wenn er auf das I. Band bezogen wird, oder auch umgekehrt. Meine Haupttabelle giebt in übersichtlicher Weise Aufschluss über das Wechselverhältniss beider Exstinctionscoëfficienten, wobei der des II. Bandes = 1000 gesetzt ist. Man sieht, dass ausnahmslos die Lichtabsorption in der Region des II. Bandes stärker ist.

In einer Reihe von Fällen maass ich auch die Lichtstärke in der Zwischenregion zwischen den beiden Absorptionsbändern und in einem Bezirke des Blau. In Tabelle III, welche keiner weiteren Erläuterung bedarf, sind die Resultate dieser Messungen mit Beschränkung auf die blosse Angabe des Exstinctionscoëfficienten enthalten.

Tabelle III.

Thierart	Absolute Exstinctionscoëfficienten				Relative Exstinctionscoëfficienten (der Coëfficient des II. Bd. = 1000)		
	Band I	Zwischenregion zwischen beiden Bänden	Band II	Blau (F 10 G — F 21 G)	Band I	Zwischenregion zwischen beiden Bänden	Blau
Rind	0.8730	0.5542	0.8797	0.5575	992	630	634
Bombinator igneus	0.1708	0.0705	0.1788	0.1241	955	394	694
Ratte	1.0286	0.6303	1.0876	0.5781	946	580	532
Schaf	0.6980	0.4013	0.7473	0.3809	934	537	509
Katze	0.8049	0.4311	0.8693	0.5449	926	496	627
Meerschweinchen .	0.9325	0.4672	1.0173	—	917	459	—
„	0.8469	0.4481	0.9371	0.4437	903	478	473
Haushuhn . . .	0.7527	0.3986	0.8336	—	903	478	—
Ente	1.1163	0.7959	1.1938	—	934	667	—
Eichhörnchen . .	1.1418	0.7171	1.2447	0.6191	917	576	498
Thurmfalk . . .	0.8268	0.4990	0.9204	0.4351	898	542	473
Ringelnatter . . .	0.5498	0.2999	0.6161	0.2256	892	487	366
Katze	0.8826	0.6779	1.0028	0.8090	880	676	807
Salamander . . .	0.2941	0.2248	0.3398	—	867	662	—
Rana temporaria .	0.5490	0.2019	0.6452	—	851	312	—
Habicht	0.4855	0.2499	0.5788	—	839	432	—
Schildkröte . . .	0.2118	0.1035	0.2534	—	836	245	—
Barbe	0.3570	0.2304	0.4342	—	822	531	—
Ente	0.3986	0.2522	0.4762	—	818	530	—
Barbe	0.3189	0.1960	0.3931	—	811	499	—
Salamander . . .	0.2328	0.2514	0.2973	0.3561	783	826	1120
„	0.2182	0.2326	0.2868	—	758	811	—
Barbe	0.3070	0.1949	0.4071	0.3427	754	479	669
Schuppfisch . . .	0.0548	0.0369	0.0773	—	709	477	—
Salamander . . .	0.1423	0.1778	0.2323	0.2552	612	765	1099
„	0.0794	0.0940	0.1424	0.1775	558	660	1130

Man sieht, dass namentlich im Blau die Verhältnisszahlen sehr wechseln, es müssen also andere Pigmente, welche das blaue Licht stark, resp. schwach, absorbiren, in wechselnden Mengen im Blut vorkommen. Herr Prof. Vierordt hat in seiner ersten Schrift über die quantitative Spectralanalyse gezeigt, dass in einer Blutprobe

Exstinctionscoëfficienten des sauerstoffhaltigen und sauerstofflosen Hämoglobulin sich nachstehend verhielten:

	Hämoglobulin	
	Sauerstoffhaltiges	Sauerstoffloses
I. Absorptionsband	1.027	0.775
Zwischenraum zwischen beiden Bändern	0.769	1.125
II. Absorptionsband	1.244	1.009
Blau (F 10 G—F 21 G)	0.752	0.476

Immerhin erscheint die Lichtabsorption im II. Band als der geeignetste Repräsentant für den Hämoglobulingehalt des Blutes.

Tafel III macht die Ergebnisse meiner Messungen besser übersichtlich. [1]) Man sieht, dass der Hämoglobulingehalt im Grossen und Ganzen in den einzelnen Klassen der Wirbelthiere, von den niedersten Kaltblütern an bis hinauf zu den Säugern allmählig bedeutend zunimmt und zwar erheblich mehr, als meine, nach anderen Methoden arbeitenden, Vorgänger angegeben haben. Zwischen dem niedersten Gehalt, in einem Exemplar Leuciscus und dem höchsten, bei einem Maulwurf, besteht ein fast 17facher Unterschied. Fasse ich bloss die ausgewachsenen Thiere zusammen, so zeigt der durchschnittliche relative Hämoglobulingehalt folgende Werthe:

	Zahl der Thiere	Hämoglobulingehalt
Fische	16	0.3564
Amphibien	13	0.3889
Reptilien	13	0.4328
Vögel	17	0.7814
Säuger	22	0.9366

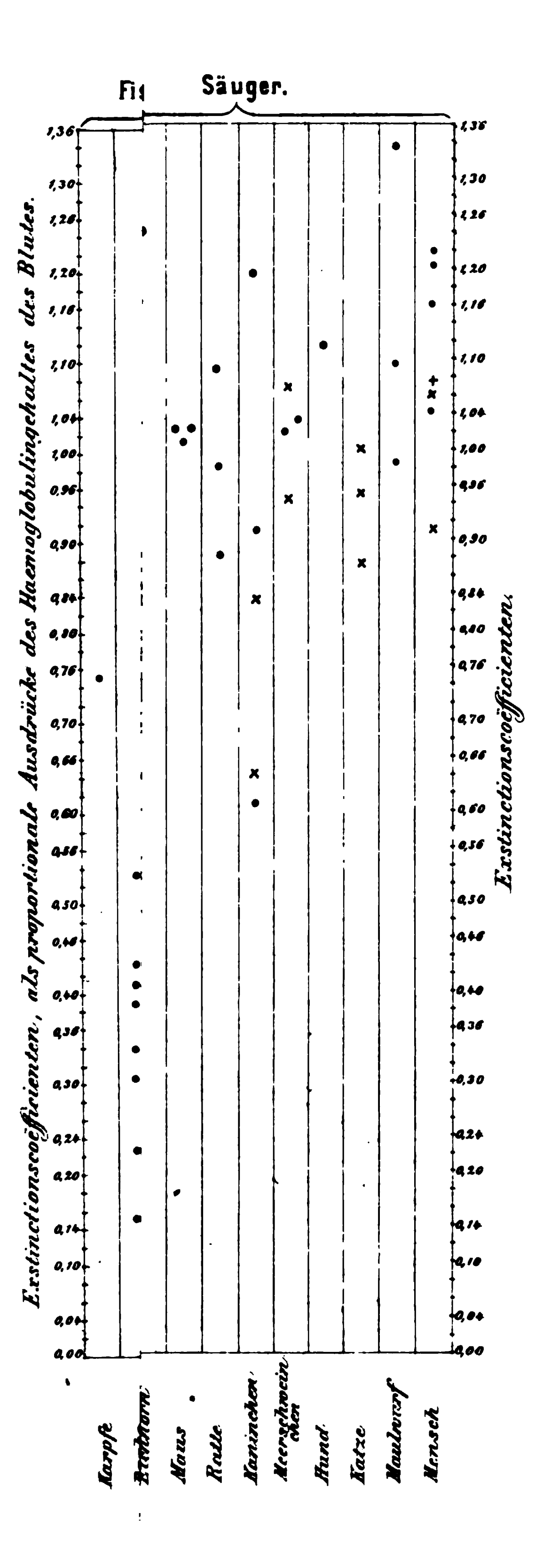
1) Die Punkte beziehen sich auf erwachsene, die * auf junge Thiere.

In die Tafel ist noch eine Anzahl von, im hiesigen physiologischen Institut von Anderen ausgeführten Messungen des Hämoglobulingehaltes des normalen Menschenblutes aufgenommen; die meisten Angaben verdanke ich Hrn. Dr. Leichtenstern, welcher die Ergebnisse seiner zahlreichen Untersuchungen über den Farbstoffgehalt des Menschenblutes in gesunden und kranken Zuständen demnächst veröffentlichen wird.

Von grossem Einfluss ist, wie meine Haupttabelle zeigt, das Alter der Thiere. Ich beschränke mich in nachfolgender Tabelle auf summarische Endwerthe der Exstinctionscoëfficienten. Junge Thiere haben demnach einen viel geringeren Farbstoffgehalt; die grössten Unterschiede zeigen die Vögel, dann folgen die Kaltblüter und schliesslich die Säuger. Die eingeklammten Werthe sind Verhältnisszahlen; man sieht z. B. dass das Verhältniss bei Säugern gleich bleibt, wenn wir bei jungen und alten Thieren die Exstinctionscoëfficienten jeweils desselben Absorptionbandes mit einander vergleichen. Bei Vögeln und Kaltblütern finden dagegen — aus früher besprochenen Gründen — mässige Schwankungen dieses Verhältnisses statt; je nachdem wir auf dem I. oder dem II. Band fussen.

	Alte Thiere		Junge Thiere	
	Band I	Band II	Band I	Band II
Säugethiere	0.8927 (120)	0.9236 (120)	0.9236 (100)	0.7708 (100)
Vögel	0.8388 (177)	0.8922 (167)	0.4711 (100)	0.5355 (100)
Kaltblüter	0.3666 (133)	0.4312 (124)	0.2762 (100)	0.3478 (100)

Bei den meisten Kaltblütern hat das männliche Blut einen entschieden grösseren Hämoglobulingehalt. Bei den Warmblütern verfüge ich innerhalb der einzelnen Species über zu wenige ausgewachsene Einzelindividuen, um Mittelwerthe aufstellen zu können. Die nachstehenden Exstinctionscoëfficienten beziehen sich wieder auf das II. Absorptionsband.


Säuger.
Exstinctionscoëfficienten, als proportionale Ausdrücke des Haemoglobulingehaltes des Blutes.
Exstinctionscoëfficienten.
1,36
1,30
1,26
1,20
1,16
1,10
1,06
1,00
0,96
0,90
0,86
0,80
0,76
0,70
0,66
0,60
0,56
0,50
0,46
0,40
0,36
0,30
0,26
0,20
0,16
0,10
0,06
0,00
Karpfe
Maus
Ratte
Kaninchen
Meerschweinchen
Hund
Katze
Maulwurf
Mensch



	Alte Thiere			Junge Thiere	
	Männl.	Weibl.		Männl.	Weibl.
Barbe	0.4705	0.4668	**Taube**	1.0075	0.2960
Schuppfisch	0.4121	0 1211	**Sperling**	0.6412	0.3697
Frosch	0.5597	0 4743	**Rothschwänzchen**	0.7099	0.8152
Bombinator igueus	0.6188	0.1788	**Dorndreher**	0 5832	0.5606
Schildkröte	0.1838	0.2790	**Katze**	0.8109	1.0028
Mittel der Kaltblüter	0.4490	0.3040			
Fink	0.5714	0.71[illegible]7	**Endmittel**	0.7505	0.6089
Rind	0.8313	0.8107			



Ueber die vom Menschen während des Kauens abgesonderten Speichelmengen.

Von

Dr. **Franz Tuczek.**

(Aus dem physiologischen Institute in München.)

Wir wissen, dass während des Durchganges der Speisen durch den Darmkanal die Sekrete der in denselben einmündenden Drüsen in beträchtlicher Menge erzeugt werden. Man kann wohl sagen, ein ganzer Strom von Ernährungsflüssigkeit geht dabei aus dem Blute heraus und wird zum Theil nach einer mehr oder minder eingreifenden Veränderung durch die Drüsenzellen in das Sekret umgewandelt. Nicht nur in den Drüsen verarbeiten die Zellen die Ernährungsflüssigkeit und bilden mannichfaltige Zersetzungsprodukte, sondern ebenso die Zellen aller übrigen Gewebe und Organe; bei den letzteren finden sich nur keine Ausführungsgänge für die Produkte der Thätigkeit, so dass bei ihnen diese Produkte in die Lymphe oder das Blut übertreten müssen.

Es ist daher nicht mit Nothwendigkeit die Menge des Sekretes ein genauer Maassstab für die Thätigkeit in einer Drüse. Man könnte sich ganz gut denken, dass unter Umständen, z. B. wenn die Zellen in geringerem Grade thätig sind, das Verbrauchte ganz oder zum Theil in die Lymphbahnen gelangt; denn es wird wohl Niemand annehmen wollen, in der Drüse fände, wenn kein Sekret auftritt, wie z. B. in der Speicheldrüse bei Abwesenheit jeglicher Nervenerregung oder bei jungen Thieren, auch gar kein Stoffzerfall und kein Leben statt. Man hat ferner bis jetzt bei Schätzung der

Drüsenthätigkeit noch wenig berücksichtigt, dass bei einer stärkeren Sekretion vorzüglich die Quantität des Wassers zunimmt und ungleich weniger die der festen Bestandtheile und unter den letzteren am wenigsten die der organischen Stoffe, welche uns doch vor Allem die Arbeit der Drüsenzellen anzeigen.

Man hat schon vielfach, um einen Einblick in die Thätigkeit einer Drüse zu gewinnen, die Menge des von ihr gelieferten Sekretes zu bestimmen versucht; es sind bekanntlich vor Allem die Untersuchungen von Bidder und Schmidt, welche darthaten, welcher grossen Leistungen die in den Darmkanal mündenden Drüsen fähig sind.

Da aber die Sekretion keine gleichmässige ist, sondern eine ausserordentlich unregelmässige, weil die verschiedensten Umstände dabei bedingend und verändernd einwirken, so hat man bei diesen Untersuchungen nur ungefähre Aufschlüsse empfangen. Man war z. B. bei der Eruirung der Quantität des abgesonderten Magensaftes genöthigt, Steinchen in den Magen einzubringen oder die innere Oberfläche desselben mit einem Federbarte zu reizen; wir wissen aber dadurch nicht, wieviel Saft während der Magenverdauung abgesondert wird und noch weniger, wieviel etwa für gewöhnlich im Laufe eines Tages zum Vorschein kommt, da dabei nur zeitweise eine mechanische Erregung der Magenschleimhaut gegeben ist. Es ist also die Aufgabe, die Mengen des Sekretes für die verschiedenen Bedingungen, unter denen jeweilig die Drüse steht, zu bestimmen und dann darnach die für einen Tag unter bekannten Umständen treffende Menge festzustellen.

Die Sekretion des Speichels der Mundhöhle steht nun wie die des Magensaftes unter vielerlei Einflüssen, welche nach den allbekannten Versuchen von C. Ludwig durch das Nervensystem vermittelt werden. Gewisse Vorstellungen, die Bewegungen beim Kauen oder Sprechen, chemische Reize etc. wirken moderirend ein. Man ist daher nur dann im Stande, über die Menge dieses Sekretes etwas Genaueres anzugeben, wenn man alle jene Umstände berücksichtigt; dies ist aber bis jetzt noch nicht genügend geschehen. Man kann keinen sichern Schluss auf die unter gewöhnlichen Verhältnissen stattfindende Produktion des Speichels während eines

längeren Zeitraumes ziehen, wenn man die Menge des von einer oder allen Speicheldrüsen während kurzer Zeit auslaufenden Speichels bei direkter Reizung der sekretorischen Nerven oder bei Reizung der reflektorischen Nerven, z. B. bei Einbringung von etwas Pfeffer in die Mundhöhle oder bei anderen Umständen bestimmt, da eben im gewöhnlichen täglichen Leben solche Bedingungen nicht oder nur auf kurze Zeit gegeben sind. Aber man kann zu bestimmen versuchen, wieviel Speichel bei Einführung einer gewissen Bedingung abgesondert wird und was dabei eine Drüse zu leisten vermag. Ich habe dies für eine solche Bedingung, welche wohl von dem weitaus grössten Einfluss auf die gewöhnliche Speichelsekretion ist, durchzuführen gesucht.

Es ist bekannt, dass bei dem Kauen der Speisen reichlich Speichel abgesondert wird, der den Bissen durchtränkt und zum Verschlucken geeignet macht [1]). Man ist von vorn herein geneigt anzunehmen, die Hauptmasse des Speichels werde bei dem Kauakte geliefert, aber wir haben bis jetzt keine Vorstellung davon, welche Menge Speichel dabei bei dem Menschen zum Vorschein kommt. Man kann sich aber eine solche Vorstellung verschaffen, wenn man zusieht, wieviel Speichel beim Kauen verschiedener Substanzen in den Bissen eindringt; kennt man nun das von dem betreffenden Individuum während eines Tages Verzehrte, so lässt sich dann leicht berechnen, wie viel bei dem Essen Speichel abgesondert worden ist.

Was den ersten Theil der Aufgabe betrifft, so haben frühere Versuche an Thieren und Menschen schon festgestellt, dass, je trockener und je schwieriger zu zermahlen das Futter oder die Speise ist, je länger dieselben also gekaut werden müssen, um so grösser die während des Kauens abgesonderten Speichelmengen sind. Eine Reihe von Versuchen der Art wurde zuerst an Thieren von Lassaigne [2]) und zwar am Pferd und Hammel und dann von der Commission d'hygiène [3]) (Magendie, Rayer, Claude Bernard u. A.)

---

1) Siehe hierüber: Mitscherlich, Rust's Magazin für die ges. Heilkunde 1832, Bd. 40 und Poggendorff's Annalen Bd. 27, S. 320.

2) Lassaigne, Compt. rend. 1845 T. 21, pag. 362 und Journ. de chim. méd. 1845 3. Sér. T. 1 pag. 470.

3) Cl. Bernard, Arch. gén. de Méd. 1847. 4 Sér. T. 13. Janv.

am Pferde angestellt. Zu dem Zwecke legten die genannten Forscher Fisteln an der Speiseröhre an, durch welche sie das vorher gewogene Futter, nachdem das Thier es gekaut, eingespeichelt und hinabgeschluckt hatte, auffingen; der Gewichtszuwachs gab die Menge des absorbirten Speichels an. Es zeigte sich, dass durchschnittlich:

100 Grm.	Heu	515 Grm. Speichel
100 „	Stroh	426 „ „
100 „	Mehl	194 „ „
100 „	Hafer	122 „ „
100 „	Blätter und Stengel .	49 „ „

aufgenommen hatten; an einem mit viel Wasser verdünnten Stärkemehlbrei war kaum eine Gewichtszunahme zu bemerken. Nimmt man an, dass ein Pferd von 400 bis 500 Kilo Gewicht, dessen Speicheldrüsen nach Colin etwa 509 Grm. schwer sind, im Tag 5.0 Kilo Heu und 5.0 Kilo Stroh verzehrt, so würden allein während des Kauens des Futters 47.05 Kilo Speichel bereitet. 100 Grm. Speicheldrüse liefert darnach 9243 Grm. Speichel und zwar in der Zeit von etwa 6—7 Stunden, da ein Pferd nach Colin ohngefähr eine solche Zeit zum Verzehren dieser Tagesration verbraucht, oder 1422 Grm. Speichel in 1 Stunde. Ein mittleres Pferd verzehrt im Tag 5.5 Kilo Heu und 4.5 Kilo Hafer, wozu öfters noch 0.25 bis 0.5 Kilo Stroh in Form von Häcksel kommt; es macht dies 35.4 Kilo Speichel oder für 100 Grm. Drüse 6961 Grm. Speichel; da nun die Kauzeit nach einer Bestimmung von Prof. L. Franck für obiges Futter 3¾ Stunden beträgt, so secerniren 100 Grm. Drüse in 1 Stunde 1855 Grm. Speichel.

Ein anderer Weg zur Schätzung der Speichelmenge ist von Colin[1]) bei Einhufern und Wiederkäuern eingeschlagen worden. Er legte nämlich bei den Thieren Fisteln an einzelnen Speicheldrüsen an, und sah zu, wieviel Speichel beim Kauen verschiedener Futterarten in einer gewissen Zeit ausfloss.

Ein Pferd mit einer Fistel an dem ductus Stenonianus einer Seite secernirte aus dieser in 15 Minuten im Mittel 870 Grm.

---

1) Colin, Compt. rend. 1852. T. 34, pag. 327 et 681; traité de physiologie compar. des animaux 1871. T. 1.

Speichel beim Kauen auf der Fistelseite, und 490 Grm. beim Kauen auf der andern Seite. Herr Professor L. Franck fing, wie er die Güte hatte mir mitzutheilen, aus der Parotidenfistel eines kleinen Anatomiepferdes, während es 2.5 Kilo Heu innerhalb 1½ Stunden im Maule verarbeitete, 5.5 Kilo Speichel auf, in 15 Minuten also 917 Grm.

Ein Pferd mit Fisteln an beiden Parotiden lieferte während es Heu kaute, aus beiden Fisteln in 15 Minuten 975 Grm. Speichel, davon 665 Grm. aus der kauenden und 315 Grm. aus der nicht kauenden Seite.

Die Submaxillardrüsen, welche nach Colin bei Einhufern und Wiederkäuern stetig secerniren, geben nach ihm (beim Pferd, Rind und Hund) stets weniger Sekret wie die Parotiden. Bei einem Pferde, das Heu kaute, flossen aus einer rechtsseitigen Fistel des duct. Whartonianus, unabhängig von der Kauseite, in 15 Minuten im Mittel 23.5 Grm. Speichel aus.

Zur Bestimmung der Sekretionsgrösse der Sublingualdrüsen legte Colin bei Wiederkäuern ebenfalls Fisteln an, bei Einhufern unterband er die Ausführungsgänge der vier grossen Drüsen und fing den nur noch von Sublingualspeichel (und Mundschleim) imprägnirten Futterballen durch eine Oesophagusfistel auf.

Er stellte nun fest, wie viel Speichel bei einstündigem Kauen verschiedener Futterarten durch das Pferd geliefert wird; er fand dabei in 1 Stunde für:

Hafer	7300	Grm.
Heu	5000—6000	„
Grünfutter	2700	„
Rüben	1800	„

Daraus berechnete er die Gesammtspeichelmenge eines Pferdes in 24 Stunden. Für die Zeit des Nichtfressens werden in 1 Stunde wenigstens 100—150 Grm. Speichel secernirt, also in 17—18 Stunden 2000 Grm. Für die Zeit der Futteraufnahme, welche etwa 6—7 Stunden beträgt, sind (bei Aufnahme von 5000 Grm. Heu und 5000 Grm. Stroh) etwa 40000 Grm. Speichel nöthig. Es treffen also für 24 Stunden beim Pferd bei diesem Futter 42 Kilo Speichel, welcher Werth mit dem von Lassaigne erhaltenem an-

nähernd übereinstimmt. 100 Grm. Drüse würden darnach während des Fressens 1210 Grm. Speichel in 1 Stunde secerniren.

Noch beträchtlicher sind die Mengen bei Wiederkäuern, deren Speicheldrüsen während der Rumination ohngefähr ebenso lebhaft secerniren als während des ersten Kauens. Vom Rind (von etwa 400 Kilo Gewicht) werden in den 8 Stunden, die es an seiner Tagesration (etwa 12.25 Kilo Heu) kaut, wovon 5 Stunden auf das Wiederkauen treffen, im Minimum 40 Kilo Speichel producirt und dazu während der 16 stündigen Abstinenz noch 16 Kilo, in Summa also 56 Kilo. Diese 56 Kilo Speichel werden von den (nach Colin) etwa 624 Grm. schweren Speicheldrüsen in Zeit von 24 Stunden bereitet, oder 40 Kilo Speichel in 8 Stunden während der Nahrungsaufnahme, so dass 100 Grm. Drüse während der Fressenszeit in 1 Stunde 801 Grm. Speichel secerniren.

Die Speichelmenge für die Kauzeit würde noch grösser ausfallen, wenn das Rind an seinem Futter, wie Andere angeben, nur 5 Stunden kaut, wovon 3 Stunden auf das Wiederkauen treffen.

Bei dem Menschen hat zuerst Lassaigne [1]) einzelne Nahrungsmittel auf die Aufnahme von Speichel beim Kauen untersucht. Er wog einen Bissen der Speisen vor und nach dem Kauen und brachte die Gewichtszunahme als Speichel in Anschlag. Doch bergen die kaum vermeidlichen Verluste durch Zurückbleiben von Speiseresten zwischen den Zähnen etc. eine gewiss nicht unbeträchtliche Fehlerquelle. Auch unterwarf er nur wenige und darunter einige nur seltener verzehrte Nahrungsmittel dieser Untersuchung. 100 Grm. Substanz nahmen folgende Speichelmengen auf:

Krume von frischem Weizenbrod .	32.5
„ „ altbackenem „ „ .	30.0
Kruste von frischem „ „ .	120.0
„ „ altbackenem „ „ .	127.0
gekochtes Rindfleisch	42.5
gebratenes „	75.0
Zwieback	27.5
Reinette-Aepfel	3.7
trockene Nüsse	70.8

1) Lassaigne, Journ. de chim. méd. 1846, pag. 389.

Ich habe auf Anregung des Herrn Prof. Voit an mir selbst die gebräuchlichsten Nahrungsmittel des Menschen auf die während des Kauens eindringende Speichelmenge untersucht, und dann für die in verschiedenen Fällen vom Menschen während 24 Stunden aufgenommene Nahrung, die aus bestimmten Nahrungsmitteln zusammengesetzt war, berechnet. Es sollte zugesehen werden, was die Speicheldrüsen beim Menschen zu leisten vermögen, wenn dasjenige Moment, welches zweifellos für gewöhnlich am ergiebigsten die Sekretion anregt, nämlich das Kauen der Speisen, in Wirksamkeit ist.

Das von mir durchgängig eingeschlagene Verfahren ist etwas von dem von Lassaigne eingehaltenen verschieden, und vermeidet die Hauptfehlerquelle des letzteren.

Eine beliebige Menge der Substanz von den Volumen eines gewöhnlichen Bissens, deren procentiger Gehalt an Wasser und festen Bestandtheilen aber bekannt ist, wird gekaut, und wenn sie schluckfähig erscheint, ausgespuckt und abermals gewogen (Gewicht der frischen Substanz mit Speichel $= A$). Man muss sich vorher darauf einüben, den richtigen Grad der Einspeichelung zu treffen, da man anfangs bei solchen Versuchen gewöhnlich zu lange Zeit kaut und desshalb zu viel Speichel in den Bissen bringt. Darauf wird der Speisebrei bei 100° getrocknet, bis eine Gewichtsabnahme nicht mehr zu konstatiren ist. Der Rückstand gibt das Trockengewicht (T) der gekauten und untersuchten Substanz (da die minimale Menge des Speichelrückstandes füglich vernächlässigt werden darf.) Die diesem Trockengewicht entsprechende Menge frischer Substanz wird mit Hilfe der Bestimmung des Wassergehaltes der frischen Substanz berechnet (B), von dem Gewicht der frischen Substanz mit Speichel (A) abgezogen, und die Differenz ($A - B = S$) als zugemischter Speichel in Anrechnung gebracht.

Von jeder Substanz wurden gewöhnlich 2 Trocken- und 3 Kaubestimmungen gemacht und davon das Mittel genommen.

Zwischen je 2 Kauversuchen lag jedesmal mindestens ein Zeitraum von 10—15 Minuten, während welcher die Kauwerkzeuge in möglichster Ruhe blieben.

Die Speisen wurden in einem Zustande verarbeitet, wie wir ihn bei unseren Mahlzeiten gewohnt sind. Solche, die wir warm zu essen pflegen, wurden in einer Blechbüchse aus der Küche thunlichst schnell ins Laboratorium gebracht, auf die mundgerechte Temperatur erwärmt und alsbald zum Versuch in Angriff genommen.

Um vergleichbare Resultate zu erhalten, wählte ich bei Fleischspeisen nur das reine durch die Kochkunst zubereitete Muskelfleisch ohne Fett und Brühe, die ich, wo es nöthig war, mit Filtrirpapier abtupfte. Flüssige Nahrungsmittel, welche ohne vorheriges Kauen, gleich verschluckt werden, blieben unberücksichtigt.

Die Resultate meiner Bestimmungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt und darin angegeben, wieviel auf 100 Grm. frischer Substanz an Speichel abgesondert worden ist.

Nahrungsmittel	Trockenbestimmungen				Speichelbestimmungen						
	frisch	bei 100° trocken	% Trockenbest.		*A* gekaute Substanz mit Speichel	*T* bei 100° trocken	*B* Entspr. frischer Subst.	*A* — *B* = *S* Beigemengt. Speichel	Speichel für 100 Gr. frischer Substanz		Speichel für 100 Gr. trockn. Substanz
				Mittel						Mittel	
	Grm.	Grm.			Grm.	Grm.	Grm.	Grm.			
1. Weissbrodkrume (frisch)	2.8099	1.6611	59.11	59.11	8.7243 15.5829 11.3132	2.8544 5.3489 3.8331	4.83 9.05 6.48	3.89 6.58 4.83	80.54 72.15 74.54	75.74	128.1
2. Weissbrodrinde (frisch)	0.5538 0.7503	0.4843 0.6370	87.45 84.89	86.17	9.2860 11.0661 5.7130	3.6750 4.4345 2.2208	4.26 5.14 2.58	5.01 5.93 3.13	117.60 115.37 121.31	118.09	137.0
3. Schwarzbrodkrume (frisch)	1.8611 1.7659	1.1069 1.0459	59.48 59.23	59.35	14.4083 11.1737 8.5010	5.5403 4.0845 3.2035	9.33 6.88 5.39	5.08 4.29 3.11	54.45 62.35 57.70	58.17	98.0
4. Schwarzbrodrinde (frisch)	1.5299 0.8649	1.2536 0.7228	81.94 83.51	82.72	13.2852 12.7215 10.8145	5.6682 5.0231 4.3440	6.85 6.07 5.25	6.43 6.65 5.56	93.87 109.55 105.90	103.11	124.6
5. sog. Laibl	3.28	2.14	65.24	65.24	12.09	5.09	7.80	4.29	55.00	55.00	84.3
6. Rohrnudeln	1.1881 0.7962	0.9023 0.6088	75.94 76.46	76.20	8.9626 8,0254 7.2159	4.7756 3.9814 3.4434	6.27 5.23 4.52	2.69 2.80 2.70	42.90 53.53 59.71	52.02	68.2
7. Kuchen (Gogelhopf)	1.3287 1.5176	0.9224 1.1527	69.42 75.95	72.68	10.8004 10.7502	4.6672 4.7824	6.42 6.58	4.38 4.17	68.22 63.37	65.79	90.5
8. Knödel	2.36	0.75	31.78	31.78	18.0	4.72	14.85	3.15	21.21	21.21	66.7

Nahrungsmittel	Trockenbestimmungen: frisch	Trockenbestimmungen: bei 100° trocken	Trockenbestimmungen: % Trockenbest.	Trockenbestimmungen: % Trockenbest. Mittel	Speichelbestimmungen: A gekaute Substanz mit Speichel	Speichelbestimmungen: T bei 100° trocken	Speichelbestimmungen: B Entspr. frischer Subst.	Speichelbestimmungen: $A - B = S$ Beigemengt. Speichel	Speichel für 100 Gr. frischer Substanz	Speichel für 100 Gr. frischer Substanz Mittel	Speichel für 100 Gr. trockn. Substanz
	Grm.	Grm.			Grm.	Grm.	Grm.	Grm.			
9. Spätzeln (weich)	3.19	0.87	27.27	27.27	11.76	2.96	10.82	0.94	8.69	8.69	31.7
10. süsses Gebäck (sehr hart, trk.)	1.03	1.01	98.04	98.04	5.58	0.92	0.94	4.64	493.62	493.62	504.3
11. Rindfleisch (gesotten)	2.1012 2.6921	0.8185 1.0769	38.95 40.00	39.47	12.4832 13.6305 12.1880	2.6289 2.9662 2.7731	6.66 7.51 7.02	5.82 6.12 5.12	87.38 81.49 72.93	80.60	205.9
12. Kalbsbraten (Schlegel)	2.3104 2.4977	0.8970 0.9157	38.82 36.66	37.74	19.9836 16.2302 16.2481	4.2264 3.5798 3.4280	11.20 9.49 9.08	8.78 6.74 7.17	78.40 71.02 78.76	76.29	202.1
13. Schweinsbraten	2.3227 2.1091	1.1037 1.0252	47.52 48.61	48.06	11.5154 13.4352 14.2137	3.1258 3.6814 3.9169	6.50 7.66 8.15	5.01 5.77 6.06	77.08 75.32 74.36	75.59	157.3
14. Lammsbraten	1.8515 2.1889	0.6807 0.8237	36.76 37.63	37.19	11.1288 12.0954	2.8461 3.2792	7.65 8.82	3.48 3.37	45.49 37.07	41.28	111.0
15. Rehbraten (gebeizt)	1.2798 2.0914	0.4909 0.8004	38.36 38.27	38.31	12.3110 10.1446 6.7757	2.8259 2.2077 1.4019	7.37 5.76 3.66	4.94 4.38 3.11	67.03 76,04 84.97	76.01	198.4
16. Gólacz (gepfeffert)	2.3217 1.9275	0.8908 0.7470	38.37 38.76	38.56	15.4092 15.6940	3.2721 3.3027	8.49 8.56	6.92 7.13	81.59 83.23	82.41	213.7
17. Salzhäring (Fleisch)	1.6410 2.3279	0.7544 1.1004	45.97 47.27	46.62	7.1950 9.7267	2.2457 3.0688	4.82 6.58	2.37 3.15	49.17 47.84	48.50	104.0
18. Salzhäring (sog. Milch)	2.0127 1.8063	0.7770 0.7092	38.60 39.26	38.93	4.9431 5.6466 6.6203	1.3477 1.6923 1.8966	3.46 4.34 4.87	1.48 1.31 1.75	42.77 30.18 35.93	36.29	93.2
19. Geräucherter Häring	1.6025 2.1751	1.0798 1.4554	67.04 66.91	66.97	10.2216 9.9236 9.3450	4.8922 4.5995 3.9516	7.30 6.87 5.90	2.92 3.05 3.44	40.00 44.40 58.30	47.63	76.1
20. Wurst (geselcht)	3.1673 3.0191	1.4939 1.5649	47.17 51.83	49.50	13.5106 20.8266	4.7513 7.2593	9.59 14.66	3.92 6.17	40.88 42.09	41.48	83.8
21. Eierweiss (hart gesotten)	1.9244 2.5810	0.2464 0.3566	12.80 13.81	13.30	11.5454 13.1186 11.7322	1.2550 1.4878 1.2330	9.47 11.19 10.00	2.10 1.93 1.73	22.24 17.25 17.30	18.93	142.3
22. Eierdotter (hart gesott.)	2.3779 3.2458	1.1914 1.6664	50.10 51.29	50.69	6.0440 10.2691 7.1180 7.9102	1.9422 3.4830 2.3741 2.6724	3.83 6.87 4.68 5.27	2.21 3.40 2.44 2.64	57.70 49.49 52.14 50.09	52.35	103.3

Nahrungsmittel	Trockenbestimmungen				Speichelbestimmungen						
	frisch	bei 100° trocken	% Trockenbest.		A gekaute Substanz mit Speichel	T bei 100° trocken	B Entspr. frischer Subst.	A − B = S Beigemengt. Speichel	Speichel für 100 Gr.		
				Mittel					frischer Substanz		trockn. Substanz
										Mittel	
	Grm.	Grm.			Grm.	Grm.	Grm.	Grm.			
23. Eierspeise vom Rand	1.2550	0.4740	37.8	(33.1)	12.0591	2.8582	8.63	3.43	39.74	48.20	145.6
aus der Mitte	2.6410	0.7508	28.4		12.0055	2.5181	7.66	4.34	56.66		
24. Schweizerkäse	2.4078	1.6028	66.57	66.86	8.8331	3.7859	5.66	3.17	56.00	59.90	89.6
	2.0712	1.3910	67.16		7.4470	3.1120	4.65	2.80	60.21		
					11.6379	4.7576	7.12	4.52	63.48		
25. Sauerkraut	3.5786	0.3725	10.41	10.32	11.6565	1.0040	9.73	1.93	19.83	14.70	142.4
	3.0365	0.3107	10.23		12.5849	11.659	11.30	1.28	11.33		
					13.7006	1.2503	12.11	1.59	13.13		
26. Wasserrüben	2.8976	0.5569	19.22	18.54	11.5568	1.9492	10.51	1.05	9.99	11.94	64.4
	2.7152	0.4850	17.86		13.0465	2.1371	11.53	1.52	13.18		
					12.2912	2.0228	10.91	1.38	12.65		
27. Kartoffeln (in der Schale gekocht)	3.2630	0.7665	21.16	22.61	16.6642	2.8621	12.66	4.00	31.60	31.71	144.6
	1.9774	0.4760	24.07		17.3752	3.1806	13.30	4.08	30.68		
	3.9987	0.8503	21.26	21.26	17.9171	2.8670	13.49	4.43	32.84		
28. Kartoffelsalat	16.8291	3.0062	17.86	20.28	18.8994	2.9813	14.70	4.20	28.57	41.43	155.0
	13.3217	2.6307	19.75		14.4916	2.1885	10.79	3.70	34.29		
	11.5771	2.6894	23.23								
29. Zwetschgen (roh, frisch)	2.5695	0.6297	24.50	24.41	11.3344	2.2862	9.37	1.96	20.92	18.86	77.3
	3.0037	0.7308	24.33		12.8656	2.5806	10.56	2.30	21.78		
					11.3164	2.4271	9.94	1.38	18.88		
30. Birnen (roh. frisch)	3.0922	1.5184	16.76	15.59	19.6564	2.4815	15.96	3.70	23.18	24.92	159.8
	7.5366	0.6545	14.43		15.2502	1.9526	12.52	2.73	21.80		
					16.1142	1.9355	12.41	3.70	29.78		
31. Aepfel (roh frisch)	2.97	0.49	16.50	16.50	9.83	1.07	6.48	3.35	51.70	51.70	313.8
32. Nüsse (alte)	0.66	0.63	95.45	95.45	7.77	2.23	2.34	5.43	232.05	232.05	243.5
33. Kastanien (gebraten)	1.06	0.73	68.87	68.87	11.86	2.88	4.18	7.68	183.72	183.72	264.2

Ich habe in der letzten Rubrik der Tabelle auch diejenigen Speichelmengen, welche sich für 100 Grm. der wasserfreien Speise berechnen, zusammengestellt, um zu zeigen, dass auf die gleiche Menge trockener Substanz in die eine Speise mehr, in die andere weniger Speichel während des Kauens aufgenommen wird, dass also

noch andere Verhältnisse als der Wassergehalt der Speise für den Grad der Einspeichelung bestimmend sind. Man ersieht, dass es entweder schwieriger zu verkleinernde und daher länger zu kauende, oder besonders schmackhafte, die Geschmackssinnesorgane in der Mundhöhle erregende Speisen sind, welche eine höhere Speichelmenge geben als nach ihrem Trockengehalt zu erwarten wäre.

Die zum Verkauen nöthige Zeit ist jedenfalls von wesentlichstem Einflusse auf die Grösse der Speichelabgabe; es wird desshalb im Allgemeinen in eine trockene Substanz mehr Speichel aufgenommen als in eine wasserreiche; aber nicht in allen Fällen, da aus irgend einem Grunde auch eine wasserreiche Substanz uns zu einem längeren Kauen nöthigen kann.

Ich habe vorher angegeben, welche enorme Mengen von Speichel die pflanzenfressenden Thiere zum Verkauen von wasserarmen Nahrungsmitteln aus dem Pflanzenreiche, z. B. von Heu, Stroh etc. bedürfen, während sie für Grünfutter viel weniger verbrauchen. Ganz entsprechend wird auch vom Menschen bei dem Kauen der trockensten der untersuchten frischen Substanzen, der Brodrinde, das Maximum der Absonderung erreicht, da dieselbe etwas mehr als ihr Eigengewicht an Speichel absorbirt, ähnlich wie der Hafer bei den Pferden. Bei allen anderen Nahrungsmitteln beträgt die Speichelmenge nur Bruchtheile ihres Eigengewichtes, welche bei weichen Speisen mit wenig ausgesprochenem Geschmack im Allgemeinen um so kleiner sind, je wasserreicher die Substanz ist; es folgen sich in absteigender Reihe: Krume von verschiedenen Gebäcken, Eierspeise (aus Eierweiss, Schmalz und Salz bereitet), hartgesottene Eier, Kartoffeln, Knödel, Gemüse, Obst.

Dass bei den letzteren, wasserreichsten Substanzen die für 100 Grm. der Trockensubstanz abgegebenen Speichelquantitäten so hoch ausfallen, darf nicht Wunder nehmen, da sie nur sehr wenig feste Theile enthalten und eine gewisse Menge von Speichel schon beim leeren Kauen abgesondert wird oder beim Kauen an einem beliebigen ungeniessbaren Körper.

Die Brodkrume nimmt wegen der kürzeren Zeit des Kauens weniger Speichel auf, als die Rinde. Da auf 100 Grm. Weissbrod (Semmel) 45 Grm. Rinde (mit 38.8 Grm. festen Theilen) und 55

Grm. Krume (mit 32.5 Grm. festen Theilen) treffen, so kommen auf die Rinde 53.14 Grm. und auf die Krume 41.66 Grm. Speichel, also auf 100 Grm. frisches Weissbrod 94.8 Grm. Speichel. Da sich ferner in 100 Grm. Schwarzbrod 19 Grm. Rinde (mit 15.7 Grm. festen Theilen) und 81.0 Grm. Krume (mit 48.0 Grm. festen Theilen) befinden, so dringen in die Rinde 19.6 Grm. und in die Krume 47.12 Grm. Speichel ein, in 100 Grm. frisches Schwarzbrod demnach 66.72 Grm. Speichel.

Weissbrodkrume bedarf einer gründlicheren Einspeichelung als Schwarzbrodkrume trotz des annähernd gleichen Gehaltes an Trockensubstanz. Der Grund ist in der grösseren Cohärenz der ersteren wegen ihres bedeutenderen Klebergehaltes zu suchen.

Ganz enorm ist der Unterschied der aufgenommenen Speichelmengen bei den weichen, wasserhaltigen Spätzeln (Nr. 9), welche kaum gekaut werden, und dem harten süssen Gebäcke (Nr. 10), das lange Zeit im Munde gehalten werden muss.

Beim hartgesottenen Eierweiss, das sich schwerer kaut als der Dotter, finden wir eine verhältnissmässig grössere Speichelmenge. In einem hartgesottenen Hühnerei finden sich 17.0 Grm. Dotter (mit 8.62 Grm. festen Theilen) und 28.0 Grm. Weisses (mit 3.39 Grm. festen Theilen); nach meinen obigen Bestimmungen brauchen aber 17.0 Grm. Dotter 8.9 Grm. Speichel und 28.0 Grm. Weisses 5.3 Grm. Speichel, ein ganzes Ei demnach 14.2 Grm. Speichel.

Grobfaseriges, gesottenes Rindfleisch hat doppelt so viel Speichel nöthig, als das nur wenig wasserreichere, weiche Lammfleich, und mehr als das weit wasserärmere, fette Schweinefleisch, dessen Fettreichthum den Zähnen ihre Arbeit erleichtert.

Nicht zu verkennen, wenn auch nicht so auffallend, ist der Einfluss gewürzter und die Gefühls- und Sinnesnerven in der Mundhöhle erregenden Speisen. Stark gepfeffertes Gólacz aus Ochsenfleisch absorbirte etwas mehr Speichel als gewöhnliches gesottenes Rindfleisch, das etwas trockener und, wie erwähnt werden muss, viel zäher war. Mit Essig gebeizter Rehbraten, von sehr mürber Consistenz, rief die gleiche Speichelsekretion hervor, wie langfaseriger, mühsam zu kauender Kalbsbraten von gleichem Trocken-

gehalt. Beim gesalzenen und geräucherten Häring möchte man des prononcirten Geschmackes halber grössere Speichelmengen erwarten; doch ist bei diesen weichen, nicht gekochten Nahrungsmitteln, zumal bei deren sogenannter „Milch" die Mühe des Kauens sehr gering. Aehnliches gilt für den Käse. Von zwei nahezu gleich trockenen und locker gebackenen Kuchenarten (Nr. 6 u. 7) nahm die eine süssere und gewürztere, der sogenannte Gogelhopf, ansehnlich mehr Speichel auf, als die andere gewöhnlichere. Sauerkraut, obgleich wasserreicher, veranlasst eine beträchtlichere Speichelproduktion als die weniger schmackhaften Wasserrüben.

Die Werthe für Nr. 5, 8, 31, 32 und 33 der Tabelle entnehme ich den Bestimmungen, welche früher im hiesigen physiologischen Laboratorium von Herrn Raab ausgeführt worden sind, wenn auch mit einigem Zögern, da von jeder der drei Substanzen nur eine Analyse gemacht worden ist und damals wegen der noch ungenügenden Einübung meist zu lange Zeit gekaut wurde. —

Diese meine Bestimmungen habe ich nun benützt, um bei verschiedener Kost, wo die Zusammensetzung der innerhalb 24 Stunden vom Menschen verzehrten Speisen genau bekannt war, die zum Verkauen der Speisen nöthigen Speichelmengen zu berechnen.

Bei der Berechnung wurden die flüssigen Nahrungsmittel und solche, welche mit Flüssigkeiten durchweicht genossen werden und desshalb nur wenig gekaut werden, so z. B. der Inhalt der Suppen, das mit Milch oder Kaffee verzehrte Frühstücksbrod, weiche Ragouts etc. nicht berücksichtigt. Solche Gemische werden mehr getrunken und ohne längeren Aufenthalt in der Mundhöhle schnell verschluckt; die Speichelmengen, welche durch die beim Verschlucken dieser durchfeuchteten breiartigen Massen ausgeführten Mund- und Schlingbewegungen hervorgerufen werden, treten jedenfalls sehr zurück gegen die beim Kauen der festeren Speisen gelieferten.

Den zur Vergleichung beigefügten Angaben über die in den täglich verzehrten Speisen enthaltenen Gesammtmengen Trockensubstanz liegen meine eigenen Trockenbestimmungen zu Grunde.

Ich hielt mich bei meinen Berechnungen nicht ganz strikte an die verzehrte Kost. Statt Schwarzbrod- oder Semmelkrume brachte ich stets Schwarzbrod oder Semmel in Rechnung. Statt

Butterbrod berechnete ich blosses Brod nach Abzug des Fettes und Salzes, da ich wegen der ungleichen Vertheilung des auf das Brod gestrichenen Fettes auf Kauversüche mit Butterbrod verzichtet hatte; das Plus an Speichel durch die grössere Schmackhaftigkeit des Butterbrodes wird übrigens wohl durch das Minus wegen der grösseren Schlüpfrigkeit des Bissens so ziemlich ausgeglichen werden. Ferner habe ich öfters statt einer Speise, für welche ich die nöthige Speichelmenge nicht bestimmt hatte, die gleiche Menge einer ähnlichen Speise substituirt, so z. B. statt Rostbraten — Gólacz, statt anderer Mehlspeisen die von mir untersuchten Sorten, statt anderer Gemüse bald Sauerkraut, bald Rüben etc.

a) Ich berechne zuerst die Speichelmengen für eine aus Vegetabilien zusammengesetzte, sehr amylonreiche Kost.

Bei den Versuchen von Dr. Gustav Meyer [1]) wurde von einem Menschen ausschliesslich Brod, und zwar so viel als nur möglich war, verzehrt. Es ergeben sich:

	frische Substanz verzehrt	trockene Substanz verzehrt	Speichelmenge
Schwarzbrod . . .	817	520	545
Weissbrod	736	525	698

Der für die Untersuchungen von Pettenkofer und Voit [2]) verwendete normale Mann bekam in den Versuchen Nr. 12 und 13 bei stickstoffloser Kost nur einen aus Stärkemehl, Fett und Zucker bereiteten Kuchen, wobei man erhält:

	frische Substanz verzehrt	trockene Substanz verzehrt	Speichelmenge
Kuchen	728	529	479
Kuchen	793	576	522

1) Zeitschrift für Biologie, 1871. Bd. VII, S. 1.
2) Zeitschrift für Biologie, 1866. Bd. II, S. 459.

Für die vorzüglich aus Schwarzbrod und Kartoffeln bestehende Kost von Gefangenen in einem Arbeitshause [1]) berechnen sich:

	frische Substanz verzehrt	trockene Substanz verzehrt	Speichel-menge
Schwarzbrod . . .	467	297	312
Kartoffeln . . .	1095	240	347
	1562	537	659

b) Für den Arbeiter, welchem von Pettenkofer und Voit eine aus in ihrer Menge genau bekannten Nährungsstoffen und Nahrungsmitteln animalischen und vegetabilischen Ursprungs zusammengesetzte gemischte Kost vorgesetzt worden war, ist die in den Versuchen 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 14 und 15 nöthige Speichelmenge einfach zu berechnen.

Bei den Versuchen Nr. 5. 6. 7. 8. und 9 ist die Kost nahezu die gleiche und so, wie sie gewöhnlich ein Mensch zu sich nimmt, zusammengesetzt. In Nr. 10 und 11 wurde eine an Eiweiss reiche Kost, mit viel Fleisch und Eierweiss, verzehrt.

Der Mann erhielt vorzüglich Schwarzbrod, gebratenes Fleisch, Eierspeise und einen aus Stärkemehl bereiteten Kuchen, und zwar ein Frühstück aus Kaffee, Milch und Brod bestehend, Vormittags und Nachmittags Butterbrod, Mittags und Abends das Fleisch, die Eierspeise und den Kuchen. Ich verzichte auf die Mittheilung der für jede einzelne Speise treffenden Zahlen, da dies zu weit führen würde und Jedermann im Stande ist, nach den von Pettenkofer und Voit angegebenen Tabellen mich zu controliren; ich setze nur die für das Frühstück und das Vormittagsbrod (*V.*), dann die für die Hauptmahlzeit zu Mittag (*M.*) und die für das Nachmittagsbrod und das Abendessen (*N.*) nöthige Speichelmenge aus.

1) Hildesheim, die Normaldiät. S. 66.

Nummer des Versuchs	frische Substanz in 24 Std.	trockene Substanz in 24 Std.	Speichelmengen			
			V	*M*	*N*	in 24 Std.
5.	684	385	68	220	182	469
6.	697	393	67	227	181	475
7.	707	399	67	230	185	482
8.	700	398	47	230	200	477
9.	700	397	67	228	184	479
10.	1119	519	104	305	381	790
11.	1082	504	97	295	394	756
Mittel von 5—9	698	394	63	227	186	476
Mittel v. 10 u. 11	1100	511	101	300	387	773

c) Professor Voit hat in seinem Gutachten über die Kost in den Volksküchen die Zusammensetzung der Kost von 3 Arbeitern während 10 Tagen bestimmt, von denen der eine (*A.*) zu Hause, der zweite (*B.*) in einem Wirthshause, der dritte (*C.*) in einem sogenannten Auskochgeschäfte seine Mahlzeiten verzehrte. Die Kost, die sich auf 5 Mahlzeiten vertheilte, war die gewöhnliche gemischte des arbeitenden Mannes.

Tag	frische Substanz in 24 Std.	trockene Substanz in 24 Std.	Speichelmengen			
			V	*M*	*N*	in 24 Std.
A. 1.	1174	361	54	263	81	398
2.	1190	433	54	245	162	461
3.	1174	361	54	245	162	398
4.	1221	404	54	263	175	492
5.	1174	414	54	246	135	435
6.	1411	508	143	263	162	568
7.	964	390	40	302	162	504
8.	1401	490	125	263	162	550
9.	1221	404	54	263	175	492
10.	1104	527	152	256	175	583
Mittel	1208	429	78	261	155	488

Tag	frische Substanz in 24 Std.	trockene Substanz in 24 Std.	Speichelmengen			
			V	*M*	*N*	in 24 Std.
B. 1.	958	444	125	198	162	485
2.	1066	474	108	302	175	585
3.	1045	441	94	302	162	558
4.	972	481	147	197	162	497
5.	812	367	135	198	108	441
6.	547	314	54	168	162	384
7.	1003	411	54	302	162	518
8.	666	283	54	198	108	360
9.	786	358	54	197	162	413
10.	585	231	54	144	108	306
Mittel	834	380	89	221	147	455

Tag	frische Substanz in 24 Std.	trockene Substanz in 24 Std.	Speichelmengen			
			V	*M*	*N*	in 24 Std.
C. 1.	1360	483	147	263	135	545
2.	756	431	152	91	162	405
3.	1434	572	175	245	162	582
4.	1417	509	152	263	162	577
5.	643	347	135	91	108	334
6.	1190	380	54	262	162	559
7.	1182	435	40	245	175	460
8.	661	484	135	171	135	341
Mittel	1080	455	124	204	150	475
Gesammt-Mittel	1039	421	97	229	151	473

d) Dr. J. Forster hat ebenfalls die Kost einer Anzahl von Menschen untersucht und die Resultate zum Theile in seiner Abhandlung: „Zur Ernährungsfrage [1])" veröffentlicht. Dieselben beziehen sich auf Menschen verschiedener Bildungsklassen und verschiedenen Alters.

1) Zeitschrift für Biologie 1873. Bd. IX, S. 3.

Unverheiratheter Arbeiter bei gemischter Kost:

Tag	frische Substanz in 24 Stdn.	trockene Substanz in 24 Stdn.	Speichelmenge in 24 Stunden
1.	850	315	429
2.	802	298	373
3.	946	340	416
Mittel	865	318	406

Verheiratheter Arbeiter bei gemischter Kost:

Tag	frische Substanz in 24 Stdn.	trockene Substanz in 24 Stdn.	Speichelmenge in 24 Stunden
1.	535	208	256
2.	721	411	352
3.	634	251	302
Mittel	630	290	303

Zwei erwachsene Männer aus der gebildeten Klasse (*A* u. *B*.)

Tag	frische Substanz in 24 Stdn.	trockene Substanz in 24 Stdn.	Speichelmenge in 24 Stunden
A. 1.	931	365	507
B. 1.	841	349	469
B. 2.	744	283	400
Mittel	839	332	459

Alter Mann:

Tag	frische Substanz in 24 Stdn.	trockene Substanz in 24 Stdn.	Speichelmengen			
			V	*M*	*N*	in 24 Stdn.
1.	680	288	31	170	157	358
2.	666	279	58	163	138	358
3.	629	264	55	120	226	402
Mittel	658	277	48	151	174	372

30 jährige Frau von 60.8 Kilo Körpergewicht:

Tag	frische Substanz in 24 Stdn.	trockene Substanz in 24 Stdn.	Speichelmengen			
			V	*M*	*N*	in 24 Stdn.
1.	510	152	19	79	90	188
2.	499	317	42	124	99	265
3.	602	230	31	152	116	299
Mittel	537	233	31	118	102	251

Alte Pfründnerinnen:

Tag	frische Substanz in 24 Stdn.	trockene Substanz in 24 Stdn.	Speichelmenge in 24 Stunden
1.	661	175	223
2.	838	247	245
3.	763	188	244
4.	678	212	209
5.	356	251	205
6.	661	211	215
7.	795	238	236
Mittel	679	217	228

2 ½ jähriges Kind von 10.1 Kilo Körpergewicht:

Tag	frische Substanz in 24 Stdn.	trockene Substanz in 24 Stdn.	Speichelmengen			
			V	*M*	*N*	in 24 Stdn.
1	246	157	54	52	44	170
2.	184	113	31	32	72	135
3.	311	95	47	11	49	107
4.	193	108	45	33	15	93
Mittel	233	118	44	32	45	126

Zur leichteren Uebersicht stelle ich die erhaltenen Resultate in einer kleinen Tabelle zusammen:

Versuchsobjekt	Art der Nahrung	Menge des Speichels
junger Mann	Schwarzbrod	545
junger Mann	Weissbrod	698
Mann	stickstofffreie Kost	500
Gefangener	viel Brod und Kartoffeln	659
Mann	gemischte Kost	476
„	eiweissreiche Kost	773
3 Arbeiter (Mittel)	gemischte Kost	473
2 junge Männer (Mittel)	„ „	469
alter Mann	„ „	372
alte Frauen	„ „	228
Kind, 2½ Jahre alt	„ „	126

Die Mengen des für das Einspeicheln der im Tag verzehrten Nahrung nothwendigen Speichels schwanken natürlich vor Allem je nach der Menge der Nahrung und je nach dem Trockengehalte derselben. Die grösste tägliche Speichelmenge betrug nahezu 700 Grm. beim Verzehren einer beträchlichen Portion des wasserarmen Weissbrodes, und 773 Grm. bei der grossen Quantität der eiweissreichen Mahlzeit. Bei gewöhnlicher gemischter Kost werden von jungen Männern und kräftigen Arbeitern im Mittel 469 Grm. Speichel abgesondert. Aeltere Leute, die an ihre Kauwerkzeuge keine so hohen Anforderungen stellen dürfen und darnach ihre Nahrung einrichten, produciren weniger Speichel; ebenso Frauen, welche im Allgemeinen weniger und mehr flüssige Nahrung aufnehmen.

Von dieser Speichelmenge trifft durchschnittlich die Hälfte, also etwa 250 Grm. auf die Hauptmahlzeit zu Mittag.

Es ist selbstverständlich, dass im Laufe von 24 Stunden vom Menschen ansehnlich mehr Speichel geliefert wird, als 500 Grm. Es wird wahrscheinlich beim Kauen der Speisen in der Zeiteinheit unter gewöhnlichen Verhältnissen am meisten Speichel abgesondert, da dabei alle indirekt sekretorischen Nerven ziemlich intensiv erregt werden; beim Sprechen wird wohl ausserdem noch eine be-

trächtliche Speichelmenge entleert; aber auch durch andere Einflüsse fliesst beim Menschen Speichel ab, denn man braucht nur den Mund zu öffnen, um bei völlig ruhigem Verhalten nicht unbeträchtliche Quantäten Speichel zu bekommen, und auch beim tiefsten Schlafe wird Speichel abgesondert, welcher aus dem geöffneten Munde abfliesst.

Man ist nun im Stande die Grösse der Drüsenthätigkeit zu beurtheilen, wenn man weiss, wie lange Zeit das Kauen während des Essens währte. Es sind hierüber einige Beobachtungen gemacht worden, welche ergeben haben, dass der Mensch, wenn er 3 Mahlzeiten aufnimmt, etwa 30 Minuten (5 für das Frühstück, 13.6 für das Mittagessen, und 11.9 für das Abendessen) dem Kaugeschäfte widmet; nimmt er noch Vor- und Nachmittag, wie der Arbeiter, Brod (je 14 Minuten), so hat er im Ganzen 58 Minuten zum Kauen nöthig.

In 30 — 58 Minuten werden also 500 — 700 Grm. Speichel bereitet. Dies ist wohl das Maximum für die gewöhnliche Leistung der Speicheldrüsen, wenigstens wenn sie etwas längere Zeit thätig sein sollen, wobei natürlich nicht ausgeschlossen ist, dass sie bei intensiver Reizung der Nerven für kurze Zeit ansehnlich mehr liefern können. Es ist dies daraus zu entnehmen, weil man nur selten auf beiden Seiten kaut, sondern meist nur auf einer Seite, um die andere unterdess ausruhen zu lassen. Dr. Gustav Meyer empfand es bei seinen Brodversuchen ausserordentlich unangenehm, dass er schliesslich beim Kauen keinen Speichel mehr erhielt und ihm dadurch das Schlucken sehr beschwerlich wurde, obwohl er ziemlich viel Flüssigkeit zu sich nahm; die Drüsen waren aber an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angekommen. Wenn viel Brod aufgenommen wird, wird dies daher durch Zusatz von Speck oder Butter schlüpfriger gemacht, oder es wird vorerst etwas aufgeweicht z. B. häufig in Bier oder Most. Gefangenen oder Soldaten, welche viel Brod erhalten, fällt daher das Kauen schwer und sie brauchen lange Zeit zum Verzehren ihrer Ration. Sehr bezeichnend für den Zusammenhang zwischen der Zeit des Kauens und dem Grade der Einspeichelung des Bissens ist die interessante Beobachtung Cl.

Bernards,[1]) dass zum Kauen der gleichen Menge desselben Futters ein Pferd, dem ein Theil des Speichels durch Anlegung einer Fistel entzogen wird, eine beträchlich längere Zeit braucht als ein anderes normales. An einer gleichen Menge von Stroh kaute z. B. ein normales Pferd 45—50 Minuten, ein anderes mit 2 Speichelfisteln 70—105 Minuten.

Die Speicheldrüsen eines erwachsenen Menschen haben ein Gewicht von etwa 66 Grm.; [2]) es sondern daher 100 Grm. Drüse beim Kauen in 1 Stunde im Mittel 1300 Grm. Speichel ab. Nach meinen früheren Zusammenstellungen sind 100 Grm. Drüse vom Pferd im Stande in 1 Stunde 1422 Grm. Speichel zu liefern, vom Rind 801 Grm. Dies ist eine ganz gewaltige Leistung für eine Stunde, da das Volum des Sekrets 8 bis 14 mal das der Drüse übertrifft.

Die Hauptmasse des Sekretes besteht aber aus Wasser, nur ein kleiner Theil aus festen Bestandtheilen, von denen nur die organischen, und von diesen nicht einmal alle, als durch Drüsenthätigkeit veränderte Produkte angesehen werden können. Es werden vom Menschen von 100 Grm. Drüse in einer Stunde 6.3 Grm. feste Theile und davon 3.9 Grm. organische abgeschieden, beim Pferd 11.4 Grm. feste Theile und 2.8 Grm. organische, beim Rind 7.4 Grm. feste Theile und 3.5 Grm. organische. Am leichtesten wird das präformirte Wasser ausgeschieden, am schwersten die organischen Bestandtheile, da diese eben grösstentheils Zersetzungsprodukte der der Drüse zugeführten Substanzen darstellen; bei stärkerer Speichelsekretion unter irgend welchem Einflusse wächst, wie ich schon hervorgehoben habe, vor Allem die Menge des Wassers und

1) Leçons d. phys. expérimentale, 1855. T. II, pag. 49.

2) Nach Dursy wogen bei einem 42jährigen Manne von 65.2 Kilo Gewicht die beiden Ohrspeicheldrüsen 50.0 Grm., die Unterkieferdrüsen 18.0 Grm., die Unterzungendrüsen 1.5 Grm., die grösseren Speicheldrüsen also 69.5 Grm. — Nach E. Bischoff (Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. XX, S. 75) betrug bei einem 33jährigen, 69.7 Kilo schweren Manne das Gewicht der Parotiden 39.3 Grm., der gland. submaxill. 17.2 Grm., der gland. subling. 5.7 Grm., in Summa 66.2 Grm. Bei einer 22jährigen, 55.4 Kilo schweren Frau fand er das Gewicht der grösseren Speicheldrüsen zu 65.5 Grm.; bei einem neugeborenen, 2.97 Kilo schweren Mädchen zu 6.5 Grm.

die der unorganischen Bestandtheile und ungleich weniger die der organischen.

Es ist von Interesse, die Menge der Produkte der Thätigkeit anderer Zellen im Organismus mit der der Speicheldrüsen zu vergleichen. Die Milchdrüse wiegt nach den Angaben von Professor L. Franck bei einer in voller Laktation befindlichen Kuh von 225 Kilo Körpergewicht etwa 2.25 Kilo, bei einer Kuh von 416 Kilo 3.75 Kilo und bei einer Kuh von 450 Kilo 4.0 Kilo. Nach Gohren (Naturgesetze der Fütterung) geben gute Milchkühe von 400 — 450 Kilo Körpergewicht im Tag 9.5 Kilo Milch; eine Allgäuer Kuh liefert nach Reuning täglich 18 Kilo Milch; Kühn, (Ernährung des Rindviehs S. 193) berichtet, dass Kühe holländischer, oldenburger und allgäuer Race nach Messungen in Sachsen als höchsten Ertrag 14.1 Kilo Milch absonderten; direkt nach der Geburt können etwa 8 Tage lang bis zu 23 Kilo Milch im Tag bereitet werden. Nehmen wir mittlere Zahlen, nämlich eine 416 Kilo schwere Kuh mit einer 3.75 Kilo schweren Milchdrüse und 9.5 Kilo Milch im Tage, so liefern 100 Grm. Milchdrüse in 1 Stunde nur 10.5 Grm. Milch mit 1.4 Grm. festen Bestandtheilen und 1.3 Grm. organischen Stoffen.

Die Milchdrüsen bereiten verhältnissmässig viel weniger Sekret als die Speicheldrüsen, da die Milch grösstentheils aus Zerfallsprodukten der Zelle mit überwiegend organischen Stoffen besteht, welche Zellen dann wieder neu aufgebaut werden müssen.

Die Sekretionsgrösse der Leber ist eine ungleich geringere. Die 770 Grm. schwere Leber eines Gallenfistelhundes lieferte im Maximum in 24 Stunden 352 Grm. Galle mit 11.8 Grm. festen Bestandtheilen; also 100 Grm. Leber in 1 Stunde nur 1.91 Grm. Galle mit 0.062 Grm. festen Theilen. Die Gallenbestandtheile sind beinahe ausschliesslich Zersetzungsprodukte der den Leberzellen durch die Ernährungsflüssigkeit zugeführten Stoffe, und ein sehr grosser Theil der Produkte der Leberthätigkeit geht nicht in die Galle über.

Die Niere, welche vorzüglich nur ein Filtrationsorgan ist, kann dagegen grössere Mengen zur Ausscheidung bringen. Die beiden, etwa 260 Grm. schweren Nieren eines erwachsenen Menschen liefern für gewöhnlich 1300 Grm. Harn mit 65 Grm. festen Theilen.

100 Grm. Niere also in 1 Stunde 21 Grm. Harn mit 1.0 Grm. festen Theilen; sie können es aber auch z. B. beim Diabetes im Tag auf 11480 Grm. Harn mit 815 Grm. festen Theilen bringen, oder 100 Grm. Niere in 1 Stunde auf 184 Grm. Harn mit 13 Grm. festen Theilen.

Wenn 12 Giessener Studenten durch reichliches Biertrinken die Harnmenge in der Stunde im Mittel auf 473 Kubik-Centimeter (212—838 Kub.-Centim.) brachten, so lieferten dabei 100 Grm. Niere ebenfalls 182 Grm. Harn.

Die Blutkörperchen eines Menschen führen in 24 Stunden im Maximum bei tüchtiger Arbeit 1072 Grm. Sauerstoff den im Organismus zerfallenden Stoffen zu. Die Masse der feuchten Blutkörperchen in 4500 Grm. Blut im ganzen Körper wiegt nur etwa 1633 Grm.; 100 Grm. feuchter Blutkörperchen können demnach in 1 Stunde 2.7 Grm. (= 1.9 Liter) Sauerstoff aufnehmen und abgeben, ganz abgesehen von den übrigen Vorgängen, welche in den Blutkörperchen stattfinden.

Nach dieser Zusammenstellung gehören die Speicheldrüsen zu denjenigen Organen im Thierkörper, welche weitaus am meisten sichtbares Sekret zu produziren im Stande sind und sogar die Nieren in ihrer Leistung übertreffen. Man ersieht ausserdem aus meiner Untersuchung, dass zu dem einfachen Geschäfte des Kauens und Einspeichelns der im Tag verzehrten Nahrung sehr grosse Mengen von Speichel nothwendig sind. Die Genussmittel in unserer Nahrung regen, neben der mechanischen Bewegung beim Kauen, die Nerven in der Mundhöhle an und rufen dadurch die stärkere Sekretion der Drüsen hervor.

Die Zubereitung der Speisen aber durch die Kochkunst hat unter Anderem auch den Zweck, die Speisen in einen Zustand zu versetzen, bei welchem an die Speicheldrüsen nicht übermässig grosse Anforderungen gestellt werden.

Mène's Analysen des Pariser Schlachtfleisches und ihr Werth.

Von

Jul. Bertram und **Max. Schäfer.**

Assistenten am landw. physiol. Institut der Universität Leipzig.

Für die Zwecke der Ernährungslehre ist ohne Zweifel eine genaue Kenntniss der den Menschen zur Verfügung stehenden Nahrungsmittel ausserordentlich erwünscht, und es kann daher nur mit Freuden begrüsst werden, wenn Substanzen der verschiedensten Art der Analyse unterworfen werden.

Eine solche verdienstliche Arbeit hat Herr Mène ausgeführt, indem er das Fleisch vom Ochs, Kalb, Hammel und Schwein in dem Zustande, wie dasselbe auf den Pariser Markt kommt, der Untersuchung unterzog, und seine Resultate in den Comptes rendus, T. 79, pag. 396 und 529, veröffentlicht hat.

Bei der blossen Betrachtung dieser Zahlen steigt jedoch leider unwillkürlich ein gewisses Bedenken auf, so zwar, dass Herr Professor Stohmann uns aufforderte, dieselben einer genaueren Controle zu unterwerfen, um so mehr da auch die von Herrn Mène angewandte analytische Methode gerechte Zweifel hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit nicht unterdrücken liess.

Ueber die Ausführung der Analysen macht Mène wörtlich folgende Angaben:

„Nach Auslösung der Knochen wurde eine bestimmte Quantität Fleisch ausgelesen; dieses wurde in eine Anzahl von Stücken von gleichem Gewicht zerschnitten und folgender Behandlung unterworfen:

1) Mit Schwefelkohlenstoff um die Fettstoffe auszuziehen.

2) Austrocknen im Wasserbade bei 100° C. zur Bestimmung der Feuchtigkeit und des gebundenen Wassers.

3) Das zerhackte Fleisch mit Salzsäure, angesäuertem kalten Wasser, dann mit Ammoniak extrahirt, um Albumin und Fibrin zu lösen.

4) Einäscherung in der Muffel eines Coupellir-Ofens zur Gewinnung der Salze.

5) Einer einstündigen Auskochung um die Leimsubstanz zu lösen.

Eine andere Reihe von Analysen wurde mit Natronkalk, Kupferoxyd u. s. f. gemacht, um die elementare Zusammensetzung zu erhalten."

Es möge unentschieden bleiben, wie weit es möglich ist durch kalte Digestion mit Salzsäure haltigem Wasser und mit Ammoniak Eiweiss und Faserstoff vollständig quantitativ zu bestimmen, dass aber eine quantitative Bestimmung des Fettes durch Extraction des wasserhaltigen Fleisches mit Schwefelkohlenstoff möglich sei, wird ein Jeder, der einmal einen Versuch in dieser Richtung gemacht hat, mit Fug und Recht in Abrede stellen.

Als Beispiel für die Resultate der Analysen möge gleich die erste seiner langen Reihe angeführt werden, sie betrifft das Fleisch vom Halsstück des Ochsen.

a) Elementaranalyse	
N . .	4.305
C . .	22.164
H . .	8.103
Asche	1.410
O . .	64.018

b) Nähere Bestandtheile	
Wasser	70.350
Fett	6.860
Albumin	2.069
Faser und Sehnen . . .	13.518
Leim und Verlust	5.793
Phosphorsäure in der Asche	0.373
Asche	1.410

Aus der bekannten Zusammensetzung der hier aufgeführten näheren Bestandtheile lässt sich nun mit Leichtigkeit die Richtigkeit der Elementaranalysen prüfen und diese gestattet andererseits wieder Rückschlüsse auf die Bedeutung der anderen Analysen zu

machen. Nach der Menge des gefundenen Wassers und nach der durch die zahlreichen Analysen von Schultz und Reinecke festgestellten Zusammensetzung des thierischen Fettes lässt sich die Menge des im Wasser und gefundenen Fett enthaltenen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff ermitteln, und die so für diese Elemente gefundenen Zahlen, von den Zahlen der Elementaranalysen abgezogen, ergeben alsdann die Zusammensetzung des stickstoffhaltigen Theiles des Fleisches, der Muskelfaser.

Wir haben alle Analysen des Herrn Mène auf diese Weise durchgerechnet und gefunden:

1) Dass bei 21 von den 47 Analysen schon die Menge des in der Elementaranalyse gefundenen Sauerstoff und Wasserstoff bei weitem nicht ausreichend ist, um den Sauerstoff oder Wasserstoff, welcher allein im Wasser enthalten wäre, zu decken; es kommen Differenzen von 7 — 11 % im gefundenen gegen den berechneten Sauerstoff vor.

2) Dass da wo der Sauerstoff und Wasserstoff der Elementaranalyse zwar für das Wasser ausreichend ist, doch sich bereits negative Werthe ergeben, sobald man die Zusammensetzung des Fettes hinzunimmt.

3) Dass für die Zusammensetzung der Muskelsubstanz u. s. w. sich Werthe ergeben, welche auch nicht die geringste Analogie mit der bekannten Zusammensetzung des Eiweisses zeigen.

Statt vieler mögen nur folgende Berechnungen hier angeführt werden:

1) Halsstück vom Ochsen:

	Procente	N	C	H	O
Wasser	70.35	—	—	7.817	62.533
Fett	6.86	—	5.255	0.827	0.779
Summa		—	5.255	8.644	63.312
Mène's Elementaranalysen .		4.305	22.16	8.103	64.018
Rest für Muskelsubstanz . .		4.305	16.905	— 0.541	0.706

2) Vorderbug:

	Procente	N	C	H	O
Wasser	75.258	—	—	8.365	66.920
Fett	6.15	—	4.711	0.741	0.698
Summa		—	4.711	9.106	67.618
Mène's Elementaranalyse . .		3.18	20.689	8.375	66.628
Rest für Muskelsubstanz . .		3.18	15.978	— 0.731	— 0.990

3) Tranche:

	Procente	N	C	H	O
Wasser	71.20	—	—	7.911	63.289
Fett	3.100	—	2.375	0.374	0.352
Summa		—	2.375	8.285	63.641
Mène's Elementaranalyse . .		6.106	19.612	8.355	64.417
Rest für Muskelsubstanz . .		6.106	17.237	0.070	0.776

4) Faux-gite:

	Procente	N	C	H	O
Wasser	70.515	—	—	7.835	62.680
Fett	5.30	—	4.060	0.639	0.602
Summa		—	4.060	8.474	63.282
Mène's Elementaranalyse . .		6.472	20.249	8.048	63.519
Rest für Muskelsubstanz . .		6.472	16.189	— 0.426	0.237

5) Kopfstück vom Kalbe:

	Procente	N	C	H	O
Wasser	85.445	—	—	9.494	75.951
Fett	7.243	—	5.548	0.873	0.822
Summa		—	5.548	10.367	76.773
Mène's Elementaranalysen .		0.970	18.920	5.098	74.920
Rest für Muskelsubstanz . .		0.970	13.372	— 5.269	— 1.853

6) Hammelkeule:

	Procente	N	C	H	O
Wasser	75.500	—	—	8.389	67.111
Fett	8.765	—	6.714	1.056	0.995
Summa		—	6.714	9.445	68.106
Mène's Elementaranalyse . .		1.680	28.836	8.827	59.185
Rest für Muskelsubstanz . .		1.680	22.122	— 0.618	— 8.921

7) Niere vom Schwein:

	Procente	N	C	H	O
Wasser	74.200	—	—	8.244	65.956
Fett	6.690	—	5.125	0.806	0.759
Summa		—	5.125	9.050	66.715
Mène's Elementaranalyse . .		2.303	33.150	8.090	55.485
Rest für Muskelsubstanz . .		2.303	28.025	— 0.960	— 11.230

Leitet man hieraus die procentarische Zusammensetzung der Muskelsubstanz ab, so ergeben sich folgende Werthe:

	N	C	H	O
Halsstück vom Ochsen . .	20.14	79.09	— 2.53	3.30
Vorderbug vom Ochsen . .	18.24	91.63	— 4.19	— 5.68
Tranche	25.24	71.26	0.29	3.21
Faux-gite	28.80	72.04	— 1.90	1.05
Kopfstück vom Kalbe . .	13.43	185.21	— 72.98	— 25.66
Hammelkeule	11.78	155.10	— 4.33	— 62.55
Niere vom Schwein . . .	17.70	154.51	— 5.29	— 61.91

Ueberblickt man nun die hier mitgetheilten Zahlen, so drängt sich unwillkürlich der Gedanke auf, ob diese Arbeit überhaupt ihren Ursprung in einem chemischen Laboratorium genommen habe?

Ueber Lüftung und Heizung von Eisenbahnwagen.

Von

Carl Lang und **Gustav Wolffhügel.**

(Für die Zeitschrift für Biologie zusammengestellt von Dr. med. G. Wolffhügel.)

(Mit Tafel IV, V, VI und VII.)

I. Einleitung.

Es ist Thatsache, dass trotz Verbesserung der Schiesswaffen die Kriege weniger mörderisch geworden sind; so hatten die Franzosen in der Krim 30.8%, die Deutschen 1870/71 in Frankreich nur 4.4% Verluste zu beklagen. Dass diese Milderung nicht der strategischen und taktischen Vervollkommnung des Kriegswesens allein zuzuschreiben ist, geht zur Evidenz aus dem Umstande hervor, dass gerade die Verluste durch Krankheiten, welche in früheren Feldzügen weitaus die überwiegenden waren, bedeutend reducirt worden sind.

Während in der Krim 6.5% den Wunden und 24.3% den Seuchen erlegen waren, gestaltete sich für die deutsche Armee in Frankreich dieses Verhältniss fast umgekehrt, nämlich wie 3.1 zu 1.3%; gegenüber den Erfahrungen in früheren Feldzügen [1]) waren

---

1) Im Verhältniss zu den Gesammtverlusten beliefen sich die Todesfälle durch Krankheiten:

der Franzosen in der Krim	auf 79	Procent	aller Todesfälle
„ „ „ Italien	„ 71	„	„ „
„ amerik. Unionsarmee 1861/65	„ 81	„	„
„ Preussen 1866	„ 59	„	
„ Deutschen 1870/71	„ 30	„	

die Verluste durch Krankheit trotz der Ungunst eines Winterfeldzuges in einer Weise herabgemindert, dass man der besseren Verpflegung von Gesunden und Kranken einen guten Theil an der Abnahme der Gesammtverluste zuschreiben durfte.

Unter den in diesem Feldzuge mit besserer Organisation und geeigneteren Mitteln durchgeführten sanitären Maassnahmen hat unstreitig die Evacuation der Verwundeten und Kranken sich besonders bewährt. Abgesehen davon, dass sie der Armee eine grössere Beweglichkeit und Schlagfertigkeit gewährt, transferirt sie die Verwundeten und Kranken zu besserer Pflege auf den heimathlichen Boden und verhütet die Ueberfüllung der Lazarethe. Nur einer mit praktischem Blicke und mit Umsicht organisirten Ausnützung der heutigen Verkehrsmittel war es möglich, das Evacuationsprincip in so ausgedehntem Maase durchzuführen, so dass die Eisenbahnen, welchen man ohnehin die Möglichkeit einer genügenden Verpflegung der Armeeen und zum guten Theil auch die raschere Beendigung der Kriege verdankt, bewährte Werkzeuge der Humanität geworden sind.

Der Transport von Verwundeten und Kranken mittels Eisenbahnen war keineswegs neu. Es ist Gurlt's Verdienst, zuerst auf die Bedeutung der Eisenbahnen für Sanitätszwecke hingewiesen, und die Anregung zur Einrichtung besonderer Lazarethzüge gegeben zu haben.

Nachdem früher [1]) nur mit Strohlager oder Matratzen versehene Güterwagen diesem Zwecke gedient hatten, fanden gegen Ende des amerikanischen Secessionskrieges die ersten Hospitalwaggons, wenn auch nur auf kurze Strecken, zu grösseren Transporten Anwendung.

In Deutschland dagegen kam erst seit 1870 die Einrichtung von Lazarethzügen zu voller Geltung, und haben, obgleich die Mehrzahl der 19 deutschen Lazarethzüge das Gepräge des Improvisirtseins an sich getragen, selbst die primitiv ausgerüsteten segensreich gewirkt. — Allenthalben ist man nun überzeugt von dem hohen Werthe der Evacution und von der Wohlthat einer zu diesem

1) Eine interessante historische Uebersicht giebt Billroth „Ueber den Transport der im Felde Verwundeten und Kranken". (Billroth und von Mundy. Wien bei C. Gerold's Sohn, 1874.)

Zwecke vorgenommenen Adaptirung der Eisenbahnwagen. Ja man zeigt schon in Friedenszeiten sich bestrebt, die zweckmässigsten Mittel ausfindig zu machen, um im Bedarfsfalle Eisenbahnzüge binnen kürzester Frist den sanitären Anforderungen wenigstens so weit entsprechend ausrüsten zu können, als es der aussergewöhnliche Typus solcher Lazarethe überhaupt zulässt. Auch das kgl. bayerische Kriegsministerium hat von einer Kommission des Generalstabes die im Felde gemachten Erfahrungen zur Bereitstellung von Sanitätszügen verwerthen lassen.

Von dieser Seite wurde auf Veranlassung des Herrn Oberstabsarztes Dr. Friedrich mir die Bearbeitung der Ventilationsfrage übertragen, zu welcher ich nach der ersten Probefahrt Herrn C. Lang, Assistenten für Physik am kgl. Polytechnikum, cooptirte. Das in zwei Gutachten an die genannte Kommission niedergelegte Resultat stützt sich auf die Beobachtungen bei sechs Probefahrten:

von	München	nach	Lindau	20. Februar	1875
„	„	„	Starnberg	27. April	„
„	„	„	Tutzing	27. Mai	„
„	„	„	Buchloe	20. Oktober	„
„	„	„	Kirchseeon	13. November	„
„	„	„	Augsburg	9. Januar	1876
„	Ludwigshafen	„	Kaiserslautern	26. April	„

und auf zahlreiche experimentelle Studien im hygienischen Institute.

Diese Untersuchungen haben unter der Hand eine grössere Ausdehnung genommen, als voraus zu sehen war. Sie sollten zunächst nur der Sichtung des vorhandenen Materials und Beurtheilung einzelner Vorschläge gelten, und hätten ihren Abschluss wohl früher gefunden, wenn die Principien des Luftwechsels in Wohngebäuden auf den concreten Fall der Ventilation von Eisenbahnwagen ohne Weiteres übertragbar gewesen wären. So fehlte aber noch für einzelne Punkte eine wissenschaftliche Grundlage; es war namentlich der Ventilationsbedarf zu bestimmen und musste erst Klarheit darüber gebracht werden, wie weit man in der Anforderung an den Luftwechsel gehen darf. Die für die Lüftung von Eisenbahnwagen vorgeschlagenen Apparate in allen ihren Modifikationen auf die gleiche Weise zu prüfen, würde, wenn man uns

auch dieselben für die Probefahrten verschafft hätte, sich der Mühe nicht verlohnt haben, nachdem die Untersuchung der Grundtypen schon genügende Anhaltspunkte für die Kritik der einzelnen Arten ergeben hatte. Immerhin bedauern wir, dass die Gelegenheit und Zeit gefehlt hat, wenigstens alle jene Ventilationssysteme in den Kreis der Untersuchung zu ziehen, welche eine Zukunft zu haben scheinen.

II. Methodik der Prüfung von Ventilationseinrichtungen.

Obwohl die Methodik der Beobachtung und Messung des Luftwechsels schon vor etwa 20 Jahren eine Vervollkommnung erreicht hat, die allen Ansprüchen eines exakten Forschers genügen dürfte, fährt man fort, die Leistung von Apparaten mittelst Kerzen oder Fackelflammen, mit dem Rauch einer Cigarre oder Lunte und dergleichen zu prüfen, und knüpft an den einfachen Nachweis der vorhandenen Luftbewegung eine Vorstellung von deren Grösse, ohne sich je gefragt zu haben, wie stark ein Luftstrom sein müsse, um z. B. eine Kerzenflamme abzulenken oder auszublasen.

Gerade diese Oberflächlichkeit der Prüfung war bis heute der Hemmschuh für die freie Entwicklung der Ventilationstechnik, insoferne sie den Dilettantismus hegte, welcher das Vertrauen zur Sache mehr und mehr untergräbt. Könnte, wenn überall lege artis untersucht würde, denn so Viel erfunden, patentirt oder gar prämiirt werden, was von dem Ziele der Ventilationstechnik fern bleibt, und bei näherer Untersuchung sich nur als nettes Spielzeug entpuppt? Solches Geräthe wird als „Ventilationsapparat" verkauft, und findet durch hohle Reclame weitere Verbreitung als die besten Erzeugnisse der Kunst.

Nur eine strenge Kontrole der Leistungen kann Jene, welche sich mit der Construction von Apparaten befassen wollen, dahin führen, die nöthigen Vorkenntnisse zu suchen und sich mit den hygienischen Anforderungen an Ventilationsanlagen und den Mitteln vertraut zu machen, welche über den Werth ihrer Erfindung oder Modifikation Aufschluss geben könnten.

Da man sich schon daran gewöhnt hat, weder in einem Patent noch in einer goldenen Ausstellungsmedaille eine Gewährleistung zu finden, ist die Kritik der zu Ventilationszwecken gelieferten Apparate und Einrichtungen von Seiten der Abnehmer oder doch der bei der Anschaffung zu Rathe gezogenen Sachverständigen viel wichtiger, als die grössere Strenge der Commissionen für Patentirung und Prämiirung. Desshalb trifft besonders den ärztlichen Stand grosse Verantwortung, indem Behörden und Private vom Arzte voraussetzen, dass er sich auch auf hygienische Dinge verstehe.

Leider wird nicht selten der Bescheid in diesen Consultationen für hygienische Gebrechen gemäss der Regel gegeben, dass der Arzt am Krankenbette sich nie in Verlegenheit zeigen darf, weil das Vertrauen des Kranken scheinbar ein wichtiger Factor für die Cur ist. Während der Fachmann in den meisten Fällen auf die Nothwendigkeit der näheren Untersuchung verweisen muss, fällt von Jenen Mancher das Urtheil sofort, und zwar wird entweder die Construktion guter Ventilationseinrichtungen als ein Ding der Unmöglichkeit bezeichnet, oder die Wahl unter den vorgelegten Apparaten nach oberflächlicher Prüfung, oder ohne Weiteres mit dem sogenannten praktischen Blick getroffen.

Aber es kann nicht ausbleiben, dass man, und sei es auch nur durch Schaden, allgemein zur Einsicht der Nothwendigkeit kommt, hygienische Fragen durch hygienisch gebildete Experten untersuchen und begutachten zu lassen. Durch die Anerkennung der Hygiene, als eines Faches, das besonderer Studien bedarf, wird auch bei den Aerzten das Interesse für eine gründliche hygienische Vorbildung geweckt werden, welches ja erst dann recht warm werden kann, wenn nicht mehr Jeder in hygienischen Dingen mitreden darf. Im hygienischen Unterricht liegt ohne Frage die Zukunft der Ventilationstechnik.

Ueber die Ziele und Grenzen der Ventilationskunst sollte jeder Arzt unterrichtet sein. Es reicht aber zur experimentellen Bearbeitung und zur Begutachtung von Ventilationsfragen das noch nicht aus, was in einer Vorlesung über Hygiene gelehrt wird; selbst die Fertigkeit in den Methoden der Untersuchung ist es nicht allein, welche zu einer derartigen Aufgabe qualificirt, sondern es

sind nicht weniger Beobachtungsgabe und Uebung des Blickes für den Gegenstand der Begutachtung erforderlich.

A. Qualitative Methoden.

Der Nachweis einer Luftbewegung kann geschehen:

1) Durch die Gefühlswahrnehmung des Beobachters, indem derselbe einen Körpertheil z. B. die Hand dem Luftstrome aussetzt.

Unter Mitwirkung des Herrn Dr. A. Schuster haben wir zu ermitteln gesucht, wie weit das Gefühl als Reagens verlässig ist.

Dabei bot die Versuchsanordnung mancherlei Schwierigkeiten, als es galt, die geringste Luftbewegung zu bestimmen, welche man an einer Ventilationsöffnung mit der Hand noch deutlich wahrnehmen kann, da diese Geschwindigkeit noch innerhalb der Trägheit des Combes'schen Anemometers liegt. In Ermangelung empfindlicherer Instrumente gingen wir zur Anwendung des Gasometers und der Gasuhr über, stiessen jedoch bei diesem Auswege auf den neuen Missstand, dass nicht beliebig grosse Querschnitte der Austrittsöffnung in Anwendung gebracht werden konnten, weil der Gasometer als Motor nicht stark genug war, und es anfangs ohnehin Mühe gekostet hatte, den Luftstrom gleichmässig auf den ganzen Querschnitt der Ausströmungsöffnung zu vertheilen. Schliesslich musste uns eine Austrittsöffnung von 13.8 □cmtr. genügen, aus welcher der Luftstrom in einer Entfernung von 2 cmtr. die innere Fläche oder den Rücken der Hand bespülte, ohne gleichzeitig die Finger zu treffen. Um jede Täuschung auszuschliessen wurde durch eine Leitung von Gummischläuchen die Austrittsöffnung in ein anderes Zimmer verlegt, damit das Urtheil des Beobachters vom Sehen oder Hören der Manipulation am Gasometerhahn oder der Bewegung des Gasometers nicht beeinflusst werden konnte.

In den auf diese Weise angeordneten Versuchen haben wir alle, wenn die bewegte Luft die gleiche Temperatur wie die Zimmerluft (18°C.) hatte, noch eine Geschwindigkeit von 0.16 mtr. per Sekunde deutlich wahrnehmen können, dagegen lag für Luftströme

von breitem Querschnitte, die im Zimmer mittelst eines Wassermotors (von Hax) erzeugt wurden, die Grenze der sicheren Wahrnehmbarkeit bei 0.25 mtr. p. S.

Das Gefühl als Reagens für Luftströmungen ist übrigens an und für sich individuell verschieden und zeigt sich die Hand zum Abschätzen von Windstärken absolut unzuverlässig, besonders für sehr grosse und sehr geringe Windstärken. Die Empfindlichkeit kann momentan gesteigert sein durch Feuchtigkeit der Haut, da die vermehrte Wasserverdunstung leichter wahrgenommen wird als der Anprall, welchen der Luftstrom als solcher ausübt. So ist man auch gegen einen durch Chlorcalcium getrockneten Luftstrom empfindlicher als gegen einen feuchten von gleicher Temperatur und Stärke. Sehr wesentlich für die Reaktion muss der Temperaturunterschied zwischen Hautwärme und der Wärme des Luftstromes sein. Im Allgemeinen reagirt der Handteller schon auf schwächere Luftbewegungen als der Handrücken, und kommt die Empfindung weniger rasch zum Bewustsein; die Dicke der Cutis des Handtellers scheint auf die Empfindlichkeit von Einfluss zu sein. Die Sensibilität für Luftströmungen hängt sehr davon ab, ob nur eine circumscripte Hautstelle, ein Körpertheil und zwar welcher, oder ob der ganze Körper des Beobachters der Luftbewegung ausgesetzt wird.

Das was man Zugluft nennt, ist eine Luftströmung, welche den Körper einseitig trifft, und nur an einer Stelle rasch abkühlt. Die Beschaffenheit einer solchen Luftströmung lässt sich nicht in einer Zahl ausdrücken, da auf keinen Fall die Geschwindigkeit der einzige Faktor dieser lästigen Erscheinung ist. Abgesehen von vorübergehender oder beständiger individueller Verschiedenheit der Beobachter und von der verschiedenen Empfindlichkeit der Körperstellen müsste die Temperatur des Luftstromes, die Temperatur des Mediums, in welchem der Beobachter sich befindet, die Feuchtigkeit und so manches Andere in Betracht kommen.

Wohl nicht weniger häufig als mit der Hand sucht man eine Luftbewegung nachzuweisen:

2) Aus der Ablenkung oder dem Auslöschen einer Flamme, sei es von einer Kerze, einem Wachslichte oder dgl.

Wir fanden dieses Reagens verschieden empfindlich je nach der Lichtquelle; z. B. wird eine Petroleumflamme von viel schwächeren Luftströmungen ausgelöscht als jede andere. Ferner ist von Einfluss die Grösse der Flamme und der Querschnitt der Ventilationsöffnung.

Flammenhöhe in Centimetern		Grösse der Flammenablenkung	Durchmesser einer kreisförmigen Ventilationsöffnung bei 5.5 mmtr.	bei 12 mmtr.	bei 42 mmtr.	bei 60 mmtr. Seitenlänge einer quadratischen Ventilationsöffnung
			Nöthige Windstärke in Metern per Secunde			
3.0	Wachskerzchen	∢ 90°	0.08	0.09	0.34	—
5.5	Stearinkerze	∢ 20°	0.70	0.22	0.16	—
„	„ „	∢ 45°	1.02	0.40	0.35	—
„	„ „	∢ 90°	2.09	1.81	0.55	—
30.0	Pechfackel	∢ 90°	—	—	—	2.31

Von der Stearinkerze könnte man sagen, dass die Ablenkung leichter zu geschehen scheine, wenn die ganze Flamme von dem Luftstrome erfasst wird; bei der kleineren Flamme des Wachskerzchens war dieses Verhältniss umgekehrt.

Scheinbar ist die Reaktion der Flamme einer Stearinkerze, die wohl am häufigsten in Anwendung kommt, weniger empfindlich als die der Hand, mit der sie übrigens doch im Nachweis schwacher Luftbewegungen concurriren könnte, wenn die kleinen Ventilationsöffnungen ausser Rechnung bleiben, und man den Vorzug beachtet, dass die Flamme nur von der Strömung nicht aber von der Temperatur der Luft und deren Feuchtigkeit beeinflusst wird. Es wäre nicht undenkbar, dass aus Kerzen von verschiedener Stärke sich ein Anemoskop fertigen liesse, durch welches mit annähernder Sicherheit bestimmte kleinere Geschwindigkeiten erkannt werden könnten.

Jedenfalls sind die Schlüsse, welche bisher aus der Ablenkung einer Kerzenflamme auf die Leistungsfähigkeit von Apparaten gezogen worden sind, genügend durch unsere Versuche als Selbsttäuschung gekennzeichnet, da eine Kerzenflamme durch einen Luftstrom von $^1/_2$ mtr. p. S. schon fast ausgeblasen wird.

Die Pechfakel, welche wohl seltener zu solchen Untersuchungen verwendet worden sein mag, haben wir auf ihre Empfindlichkeit zu untersuchen für nöthig gehalten, da ein Beobachter, [1]) welcher „in Ermangelung von etwas Besserem“ sich dieses originellen Maassstabes bedient hat, in der Ablenkung der Flamme und raschen Entfernung von Rauch- und Russflocken einen Beweis für die Lebhaftigkeit des Luftwechsels und die Leistungskraft seines Apparates zu finden glaubt. Die Pechfackelflamme ist ausserordentlich leicht beweglich; in unserer Beobachtung wurde dieselbe mit 2.3 mtr. p. S. Geschwindigkeit fast ausgelöscht.

3) Nicht selten wird auch die Bewegung des Rauches einer Cigarre, Lunte und selbst, wie erwähnt, einer Pechfakel zur Ermittlung von Luftströmungen benützt.

Der Rauch wird als wärmere und daher specifisch leichtere Luft in die Höhe gedrängt und ist wegen dieser Richtung vor allem unbrauchbar, wenn man sich aus seiner Bewegung ein Urtheil über Luftströme, die von unten nach oben gehen, schaffen und zu diesem Zwecke den Rauch direkt unter der Ventilationsöffnung oder in deren Nähe entwickeln wollte. Aber selbst für Apparate, welche in der dem Rauche entgegengesetzten Richtung wirken, hat die Probe des Einziehens in die Ventilationsöffnung keinen Werth, weil schon minimale Geschwindigkeiten genügen, um denselben von seinem Wege abzulenken. Die verschiedenen Arten von Rauch werden sich wohl je nach der Temperatur, und dem Gewichte der Produkte unvollständiger Verbrennung, welche mitgeführt werden, in ihrer Beweglichkeit verschieden verhalten. Wir haben nur mit dem Rauche von Cigaretten und einer mit Benzoëharz imprägnirten Lunte experimentirt, ohne wesentliche Unterschiede zwischen beiden gefunden zu haben.

Unser Verfahren war einfach von der Art, dass in eine vertikal stehende Glasröhre von 14 □cmtr. Querschnitt der von einer darüber gehaltenen Lunte oder Cigarette sich entwickelnde Rauch

1) R. Schmidt, Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, 1875. pag. 566.

mittelst Aspirator einzuziehen versucht wurde. Mit 0.012 mtr. p. S. begann schon die Einziehung; bei 0.024 mtr. stieg nur noch ein kleiner Bruchtheil des Rauches in die Höhe, und bei 0.068 mtr. war die Einsaugung vollständig.

Schliesslich sei unter den qualitativen Proben noch einer Art gedacht, Luftströme nachzuweisen:

4) Mittelst Flaumfedern oder Papierschnitzeln.

Sehr wesentlich ist neben dem Gewichte solcher Reagentien auch deren Form sowie die Lage, in welcher sie zufällig vom Winde erfasst werden. Wir haben mit Papierstücken einige Versuche gemacht, und selbstverständlich nur mit Luftströmungen von unten nach oben gearbeitet. Ein 4 □cmtr. grosses Stückchen Filtrirpapier von rundlicher Form wurde, wenn der Luftstrom es in der Fläche traf, bei 1.5 mtr. p. S. Geschwindigkeit in der Luft schwebend erhalten; gewöhnliches Schreibpapier fiel dagegen bei dieser Geschwindigkeit noch nieder. —

Wie aus diesen Annäherungswerthen erhellt, reagiren die meisten der genannten Untersuchungsmittel auf Luftgeschwindigkeiten, welche eher bei der natürlichen Ventilation in Frage kommen dürften, als bei Ventilationsapparaten mit Austrittsöffnungen von beschränktem Querschnitte. Wir selbst waren nicht darauf gefasst, die Angaben für die den einzelnen Reaktionen entsprechenden Geschwindigkeiten so nieder zu finden, und gestehen gerne zu, dass wir der gleichen Täuschung wie Andere hätten anheim fallen können, wenn für wissenschaftliche Studien nicht der Grundsatz leitend wäre, das Ergebniss jeder Beobachtung womöglich in Zahlen auszudrücken. Seit uns Zahlen über die Valenz dieser Proben vorliegen, können dieselben höchstens noch dazu dienen, die Existenz oder die Richtung einer Luftströmung nachzuweisen, dagegen sollte man sich in Zukunft hüten, blos auf solchen Nachweis hin sich eine Vorstellung von der Stärke der Luftbewegung und der Grösse des Luftwechsels zu machen. —

Es ist ein hartes Urtheil, aber wir können es dreist behaupten, dass der grössere Theil aller Ventilationsapparate in die Praxis eingeführt wurde, ohne einer anderen Controle der Leistungsfähigkeit unterzogen worden zu sein als der eben besprochenen. Zumeist

erhalten sich auch solche Apparate die gute Meinung der Besitzer, wenn sie sichtlich Cigarrendampf abführen, eine Kerzenflamme ablenken, oder überhaupt in ihrer Thätigkeit durch einen Sinneseindruck sich bemerkbar machen.

Ein gutes Beispiel ist das blecherne Windrädchen, das in Fenstern von Wirthsstuben zur Beruhigung ventilationsbedürftiger Gäste häufig Anwendung findet. Bei genügender Temperaturdifferenz zeigt sich dasselbe zumeist in voller Action, ohne dass man je davon einen Einfluss auf die Verbesserung der Luft in solchen Lokalen verspürt hätte.

Zwei solche Windrädchen haben wir gelegentlich untersucht, und ist das Resultat zu instructiv, als dass es der Veröffentlichung vorenthalten werden sollte. Das Windrädchen besteht aus einem etwa 10 cmtr. langen Blechcylinder, in welchen ein Windflügel mit horizontaler Achse eingefügt ist. Der Windflügel, eine missglückte Nachbildung der Schiffsschraube oder des van Hecke'schen Flügels, ist in gar primitiver Weise aus einer Blechscheibe mit radialer Theilung hergestellt, indem die Sektoren in einen Winkel von 45° zur Achse gestellt sind. Am Windrädchen *A*, dessen Cylinder 113 □cmtr. Querschnitt hatte, war die Blechscheibe in 8 Sektoren, am Windrädchen *B* mit 94 □cmtr. Cylinderöffnung dagegen in 20 Sektoren eingetheilt.

Die Untersuchung ergab für beide Apparate zunächst das merkwürdige Resultat, dass der Windflügel erst bei 1.4 mtr. Geschwindigkeit sich zu drehen begann. Bei Anwendung stärkerer Geschwindigkeiten kamen wir zu folgenden Mittelwerthen für die Leistungsfähigkeit:

Windrädchen	Einströmungsgeschwindigkeit	Ausströmungsgeschwindigkeit
	Meter per Sekunde	Meter per Sekunde
A	2.0	0.34
	4.8	1.6
B	2.0	0.7
	4.8	1.7

Das Missverhältniss, welches diese Versuchsreihe zwischen Ein- und Ausströmungsgeschwindigkeit nachweist, überzeugt davon, dass die einfache Cylinderöffnung ohne Windflügel den Luftwechsel besser von statten gehen lassen würde, denn es geht die Kraft, welche das Rädchen bewegt, für die Ventilation zu. Verlust, und stört der Windflügel, abgesehen von der Verkleinerung des Querschnittes, den Luftaustritt durch Hervorrufen von Luftwirbeln.

B. Quantitative Methoden.

Die Mittel, welche man zur Messung der Grösse des Luftwechsels hat, sind physikalische und chemische; die ersteren bestimmen die Geschwindigkeit des Luftstromes in der Zeiteinheit, die letzteren die Veränderung, welche die Beschaffenheit der Luft eines Raumes durch den Luftwechsel erfährt. Aus der Geschwindigkeit des ein- oder austretenden Luftstromes sowohl, als auch aus der Differenz des Resultates zweier Luftuntersuchungen lässt sich durch Rechnung die Grösse des Luftwechsels finden.

Beide Methoden ergänzen sich, und lässt sich weder die eine noch die andere bei der Bearbeitung von Ventilationsfragen entbehren.

Die physikalische Methode ist nur dann anwendbar, wenn die Luftbewegung stärker ist als die Trägheit des Messinstrumentes, des Anemometers, und der Luftwechsel durch messbare Ventilationsöffnungen statt hat, welche übrigens auch weit genug zur bequemen Einführung des Anemometers sein müssen. Kommt ein Ventilationssystem in Frage, in welchem der Luftwechsel auf mehrere Eintritts- oder Austrittsöffnungen vertheilt ist, so müssen gleichzeitig entweder alle der Zufuhr dienenden oder alle zur Abfuhr bestimmten Oeffnungen in Betracht gezogen werden, wenn man einen annähernd richtigen Aufschluss über die Leistung haben will. Unter Umständen ist aber dies schwer zu erreichen, selbst wenn Anemometer in genügender Anzahl zu Gebote stehen, weil besonders bei grösseren Oeffnungen die Luftbewegung sich selten gleichmässig auf den ganzen Querschnitt vertheilt.

Das einseitige Vertrauen auf diese Untersuchungsmethode, welche seit langer Zeit durch die Pariser Forscher der höchsten Vervollkommnung nahe gebracht worden ist, mag wohl auch der Grund sein, warum die Beobachtungen durch welche der lange Kampf zwischen Aspirations- und Insufflationssystem hat entschieden werden sollen, in so widersprechender Weise ausgefallen sind. Die Freunde des Aspirationsmodus (Morin) haben überdies nur die Geschwindigkeit der austretenden Luft gemessen, die Anhänger der Insufflation (Grassi) sich damit begnügt, die Stärke des eintretenden Luftstromes zu bestimmen, ohne zu berücksichtigen wie sich die natürliche oder freiwillige Ventilation während der Versuche verhalten hat. Der Antheil der letzteren an der Grösse des Luftwechsels ist aber, besonders während der Heizperiode, selten so unbedeutend, dass er unbeachtet bleiben könnte.

In der Anwendbarkeit weniger beschränkt ist die chemische Methode, die Bestimmung der Ab- oder Zunahme des Kohlensäuregehaltes. Man ermittelt durch sie den gesammten Luftwechsel, wie er durch alle vorhandenen Oeffnungen, selbst auf den Wegen der freiwilligen Ventilation statt hat, und findet aus Differenzbestimmungen mit und ohne Wirkung des Ventilationsapparates die Leistungsgrösse des letzteren. Weil wegen zu grosser Veränderlichkeit der Faktoren sich ein konstanter Coëfficient für den Antheil des freiwilligen Luftwechsels nicht aufstellen lässt, gewinnt diese Methode besonderen Werth für die Prüfung von Ventilationseinrichtungen.

1. Das Anemometer.

Von den mannigfaltigen Arten der zum Messen von Luftgeschwindigkeiten erfundenen Instrumente hat für Ventilationszwecke nur jene allgemeine Anwendung gefunden, welche nach dem Princip des Woltmann'schen Flügels construirt ist, eines Instrumentes, welches Woltmann zur Bestimmung der Wassergeschwindigkeit in Flüssen angegeben hat. Am weitesten verbreitet ist aus dieser Kategorie von Anemometern das nach Combes' Angabe vom Mechaniker Neumann in Paris verfertigte, welches aus einer Rotationswelle mit Windflügel besteht, und die Luftgeschwindigkeit in der Weise anzeigt, dass die Umdrehungen sich mit Hülfe eines

an der Rotationswelle befindlichen Gewindes ohne Ende auf ein Zählwerk übertragen. Zur Berechnung der Windgeschwindigkeit (in mtr. per Sekunde) aus der Anzahl der Umdrehungen trägt jedes Anemometer eine Justirungsformel mit der seinem Reibungswiderstande entsprechenden Constanten. Eine Controle des Instrumentes bezüglich der Formel ist von Zeit zu Zeit unumgänglich nothwendig.

Seit der Einführung von Combes' Anemometer sind eine Reihe von Modificationen angegeben worden, die sich zumeist nur auf das Zählwerk beziehen. Eine wesentliche Vervollkommnung hat dasselbe in neuester Zeit durch Recknagel erfahren. Während das Neumann'sche Instrument als kleinsten Durchmesser 10 cmtr. verlangt, und diesen Querschnitt nahezu völlig ausfüllt, ist Recknagels Anemometer bei mindestens gleicher Empfindlichkeit so niedlich, dass es noch in kreisförmige Ventilationsöffnungen von 6 bis 7 cmtr. Durchmesser eingeführt werden kann und in grösseren den Querschnitt nicht merklich verengert. Es bietet ausserdem den Vortheil der Unveränderlichkeit seiner Constanten bei Anwendung für vertikale Luftströme, welchen man besonders bei jenen Instrumenten entbehrt, deren Achsen keine Steinlager haben. Durch Vermeidung des Sperrkegels verhütet die Konstruktion gewisse Mängel bezüglich der Ablesung und der Gleichmässigkeit der Bewegung des Windflügels und ist die Einrichtung getroffen, dass das Anemometer mit einem elektrischen Registrirapparate in Verbindung gebracht werden kann. Ein zweites von Recknagel konstruirtes Instrument, ein statisches Anemometer, besteht ebenfalls aus einem Windflügel, den eine an seiner Achse angebrachte Spiralfeder in der Bewegung zu hemmen sucht. Der Druck eines Luftstromes auf den Flügel bewirkt eine Drehung, deren Grösse der an der Achse befindliche Zeiger auf einer kreisförmigen Scala angibt. Die auf dem Instrumente angebrachte Tabelle lässt sofort auf die Geschwindigkeit des Luftstromes übergehen, welche der Ablenkung des Zeigers entspricht. Eine Beschreibung der Construction dieses zur Zeit auf der Londoner Ausstellung befindlichen Anemometers, so wie des zuerst erwähnten wird Professor Recknagel demnächst in Poggendorff's Annalen bringen, welcher wir

hier nicht weiter vorgreifen wollen.[1]) Das statische Anemometer ist ausserordentlich geeignet zum Studium der Schwankungen in der Stromstärke, hat aber noch besonderen Werth als Kontrolapparat für andere Anemometer, indem seine eigene Verlässigkeit sich jederzeit rasch und leicht prüfen lässt. Es ist nämlich ein kleines Gewicht beigegeben, durch dessen Anwendung man sich überzeugen kann, ob die Kraft der Feder unverändert geblieben ist.

Die Anemometer werden geaicht, indem man sie Luftströmen von bekannter Geschwindigkeit aussetzt, oder in ruhender Luft mit bestimmbarer Geschwindigkeit bewegt; letzteres kann dadurch geschehen, dass man z. B. in einem windstillen Corridor eine abgemessene Strecke in bestimmter Zeit mit dem Instrumente zurücklegt, oder dass man dasselbe in einem möglichst grossen Kreise dreht, wozu leicht sich Vorrichtungen improvisiren lassen. Es handelt sich also bei allen Justirungsmethoden zunächst darum, die Anzahl n der Umdrehungen per Sekunde des Windflügels bei einer angewandten Geschwindigkeit V in Metern per Sekunde zu ermitteln. Im Falle die Justirung mit einem Luftstrome von bestimmbarer Stärke geschieht, kennt man V, oder sucht es durch ein Anemometer, von dessen Verlässigkeit man überzeugt ist. Legt man dagegen einen bestimmten Weg in ruhender Luft mit dem Instrumente zurück, so ist die Anzahl der Meter Entfernung dividirt durch die Anzahl von Sekunden (T), die man zum Begehen braucht, die Geschwindigkeit; ähnlich ist die Rechnung beim Bewegen im Kreise, wo neben dem Kreisumfange noch die Zahl der Umdrehungen im Kreise (U) in Rechnung kommt

$$V = \frac{2r \,.\, \pi \,.\, U}{T}.$$

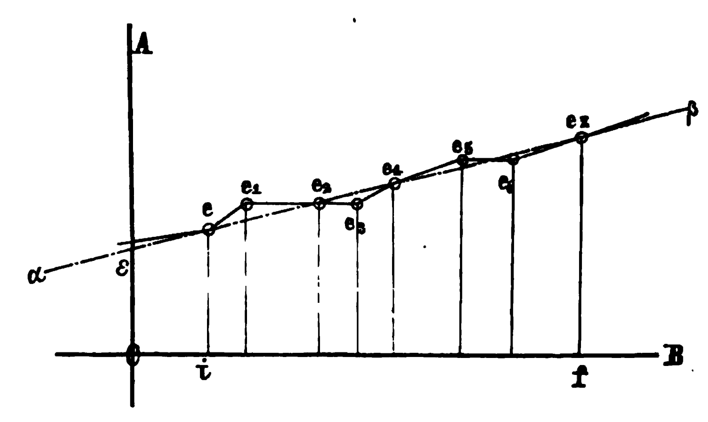
Um ein Anemometer zu justiren, sind eine grosse Zahl von Bestimmungen der Angabe des Zählwerkes für die verschiedenen gegebenen Geschwindigkeiten nöthig. Der Werth der Constanten a und b in der dem Anemometer zu gebenden Formel:

$$V = a + bn$$

kann durch Construction oder durch Rechnung ermittelt werden. — In der Formel ist b der Reibungscoëfficient, die Constante a der Trägheitswiderstand oder die kleinste Geschwindigkeit, welche eine Bewegung der Flügel hervorbringen kann. Andeutungsweise mag hier die Aufsuchung der Constanten durch Construction Raum finden. Man trägt in ein rechtwinkliches Coordinatensystem die Umdrehungen n als Abscissen, die zugehörigen Geschwindigkeiten v als Ordinaten ein,

---

1) Durch gütige Vermittlung des Hrn. Prof. Dr. Recknagel in Kaiserslautern können diese Instrumente bezogen werden, das statische um den Preis von 40 Mark, das dynamische um 60 Mark, mit elektromagnetischer Uebersetzung um 105 Mark (exclusive Batterie).



und sieht zu, ob sich nicht durch eine grosse Anzahl von Endpunkten eine Gerade $\alpha\beta$ legen und so eine Gesetzmässigkeit finden lässt. Ist dieses innerhalb der weiten Grenze if der Fall, so können auch die verschiedenen Ordinatenlängen V, welche zwischen i und f sich befinden, aus ben Abscissen n mit der Gleichung $V = a + bn$ berechnet werden, in der $a = O\varepsilon$ und $b = \frac{fe_7 - ie}{if}$ st. Die Werthe von $O\varepsilon$, fe_7, ie und if werden selbstverständlich durch Messung der in der Construction gegebenen Längen gefunden. Wenn dagegen der aussergewöhnliche Fall vorliegen sollte, dass eine gesetzmässige Linie $\alpha\beta$ sich nicht ziehen lässt, so ist man auf die Herstellung einer Tabelle angewiesen, oder man giebt, was mitunter rascher zum Ziele führt, den Schaufeln des Windflügels eine andere Stellung und justirt von Neuem.

Durch Rechnung kann man die Constanten auf zwei Wegen erfahren, entweder durch rechnerische Versuche oder mit Hülfe der kleinsten Fehlerquadrate. Zum rechnerischen Versuche wählt man zwei Beobachtungen, eine bei grosser und eine bei kleiner Geschwindigkeit, setzt die Werthe von V und n in die Formeln:

$$\text{I} \quad v = a + bn$$
$$\text{II} \quad v_1 = a + bn_1$$

und subtrahirt:

$$\text{z. B. } v = 1.1; \quad n = 12.2$$
$$v_1 = 0.6; \quad n_1 = 5.8$$
$$\text{I} \quad 1.1 = a + b \times 12.2$$
$$\text{II} \quad 0.6 = \underline{a} \underline{+} b \times 5.8$$
$$0.5 = b \times 6.4$$
$$\text{Daraus } b = \frac{0.5}{6.4} = 0.078.$$

Die Constante a wird sodann gefunden, wenn man den für b ermittelten Werth in die Gleichung I oder II einsetzt. Mit einer auf diese Weise berechneten Formel in unserem Beispiele mit

$$V = 0.148 + 0.078 \,.\, n$$

sind nun alle Beobachtungen zu berechnen. Stimmen die für V berechneten Werthe auch mit denjenigen beobachteten Geschwindigkeiten überein, welche nicht als Grundlage der Rechnung gedient haben, so ist die Voraussetzung richtig, dass vermöge der Construction des Instrumentes die Geschwindigkeit durch die Formel $a + bn$ dargestellt wird. Zeigt aber Beobachtung und Rechnung grosse Abweichung, so ist die Formel unrichtig, und wird eine Tabelle nöthig. Erweist sich die Formel als richtig, dann ist es zur Erreichung der äussersten Genauigkeit zu empfehlen, die Constante a und b neuerdings nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate zu rechnen.

Nach Weiss[1]) findet man a und b aus folgenden Formeln:

$$a = \frac{\Sigma(v^2)\ \Sigma(n^2) - \Sigma(n)\ \Sigma(nv)}{z\,\Sigma(n^2)\ \Sigma(n)\ \Sigma(n)}$$

$$b = \frac{z\,\Sigma(nv) - \Sigma(n)\ \Sigma(v)}{z\,\Sigma(n^2) - \Sigma(n)\ \Sigma(n)}$$

In diesen Formeln bedeutet z die Anzahl der Beobachtungen, Σ die Summe, und zwar $\Sigma(v)$ oder $\Sigma(n)$ die Summe der Einzelbeobachtungen und $\Sigma(v^2)$ oder $\Sigma(n^2)$ die Summe der Quadrate derselben, z. B.

$$\Sigma(v) = v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + \ldots . + v_z,$$
$$\Sigma(n^2) = n_1^2 + n_2^2 + n_3^2 + n_4^2 \ldots + n_z^2$$

Die Aichung von Anemometern galt bisher als eine Manipulation, mit der nur Wenige vertraut zu sein brauchen. Wir wünschen, dass durch diese kurze Erläuterung die Einfachheit des besonders durch Morin[2]) ausgebildeten Verfahrens anerkannt, und in Zukunft die Controle häufiger geübt wird als seither.

In Anbetracht der ungleichmässigen Vertheilung der Stromstärke auf den ganzen Querschnitt hat man sich vor keiner Täuschung mehr zu hüten, als den Anemometerbefund von einer beliebigen Stelle auf die ganze Ventilationsöffnung zu übertragen. Da das per Sekunde aus einer Ventilationsöffnung geförderte Luftquantum gleich ist dem Produkte aus Querschnitt und Geschwindigkeit $C = Qv$, so können je nach der Grösse des Querschnittes selbst minimale Beobachtungsfehler mitunter zu den widersprechendsten Angaben führen. Aber neben dieser Ungleichheit in Bezug auf die einzelnen Partien des Querschnittes macht sich bei allen dem Ventilationszwecke dienenden Motoren ein beständiges Schwanken der Geschwindigkeit an ein und derselben Stelle des Querschnittes bald

1) Th. Weiss. Allgemeine Theorie der Feuerungsanlagen, Leipzig bei Weigel, 1862.
2) Comptes rendus, Bd. XXXIV pag. 615 bis 630.

in hohem, bald in geringerem Grade geltend. Es ist daher durchaus fehlerhaft aus den gewöhnlichen Anemometer-Beobachtungen, die höchstens eine oder zwei Minuten dauern, schon die Leistungsfähigkeit eines Apparates beurtheilen zu wollen; aus der Erkenntniss dieser Fehlerquelle erscheint die weitere Forderung gerechtfertigt, die Zeit für maassgebende Beobachtungen doch wenigstens auf eine Viertelstunde auszudehnen, was zwar nur mittelst Registrirapparaten thunlich ist.

Noch grössere Beachtung als diese innerhalb kürzester Zeiträume vorkommenden Schwankungen verdient die Veränderlichkeit der Leistung, welche durch äussere Bedingungen z. B. Temperaturdifferenz und Wind verursacht ist. Nur durch lange fortgesetzte Untersuchungsreihen, die alle möglichen Bedingungen erschöpfen, ist man im Stande, sich von dem Werthe jener Ventilationsapparate vollständig zu überzeugen, deren Construction auf der Ausnützung solcher veränderlicher Motoren beruht. Letztere Forderung gilt aber der Anemometermessung nicht allein, sie gilt ebenso gut der Kohlensäurebestimmung und jeder anderen Untersuchungsmethode.

2. Die Kohlensäurebestimmung.

Die ersten chemischen Untersuchungen der Luft bewohnter Räume (Theater und Krankensäle) hat Lavoisier angestellt, und beziehen sich dieselben auf den Sauerstoff-, Kohlensäure- und Stickstoffgehalt. Sein Vortrag [1]) über deren Ergebniss, den er im Jahre 1785 in der société de médecine zu Paris gehalten hat, würdigt schon in vollstem Maasse den Werth der chemischen Analyse für die Ventilationstechnik.

Es ist v. Pettenkofer's Verdienst, auf die Bedeutung des Kohlensäuregehaltes hingewiesen zu haben, als eines guten Maassstabes sowohl für den Grad der Luftverunreinigung, als auch für die Grösse des Luftwechsels; seine Methode der Kohlensäurebestimmung bietet überdiess gegenüber allen anderen Methoden

1) Oeuvres de Lavoisier T. II, pag. 676. (Altérations qu'éprouve l'air respiré.

für das Studium des Luftwechsels in geschlossenen Räumen den grossen Vortheil, dass sie in Folge der raschen Ausführbarkeit gestattet, die Schwankungen des Kohlensäuregehaltes in kurzen Zeitintervallen zu beobachten. Wenn auch die Verlässigkeit der Methode vor der ersten Veröffentlichung [1]) (1859) strenge geprüft, und die Cautelen der Anwendung mit aller Sorgfalt ermittelt worden waren, so wurde doch v. Pettenkofer bei der Uebertragung des Verfahrens auf die Bestimmung der Kohlensäure im Trinkwasser [2]) (1860) in dem eigenthümlichen Verhalten der Alkalien auf eine Lücke aufmerksam, welche leicht zur Fehlerquelle werden kann. Um den Einfluss der Gegenwart von Alkalien auszuschliessen, wurde die Zusammensetzung der Absorptionsflüssigkeit geändert, welche Vervollkommnung des Verfahrens in v. Pettenkofer's Abhandlung über den Respirationsapparat [3]) (1861) als Nachtrag zu der ersten Mittheilung niedergelegt ist. Da dieser von Manchen unbeachtet gelassen ist, und die Methode in ihrer ursprünglichen Weise als „v. Pettenkofer's Kohlensäurebestimmung“ noch Anwendung findet, wollen wir in Kürze das Verfahren mittheilen, wie es im hygienischen Institute zu München geübt wird.

Princip. Wie bekannt, beruht das Verfahren auf der Absorption der Kohlensäure durch ein in Wasser gelöstes Hydroxyd eines Alkali-Erdmetalls und der Titrirung mittelst Oxalsäure. Man setzt dabei voraus, dass ausser Kohlensäure die Luft keine andere Säure enthält. Für die gewöhnlichen Verhältnisse der Luft in bewohnten Räumen wird diese Voraussetzung stimmen, im anderen Falle müsste die vorhandene Säure eigens bestimmt und in Abrechnung gebracht werden.

Von der zur Absorption ursprünglich empfohlenen Kalk-Hydratlösung kam v. Pettenkofer aus verschiedenen Gründen bald ab, und wendet seither eine Lösung von Barythydrat an. Das Kalkhydrat hat eine so geringe Löslichkeit, dass 1 Kubikcentimeter der concentrirtesten Lösung nicht viel mehr als 1 Milligramm

1) Ueber den Luftwechsel in Wohngebäuden.

2) Sitzungsber. der k. b. Akademie d. W. 1860, pag. 289.

3) Annal. d. Chem. u. Pharm. Suppl. II, pag. 24.

Kohlensäure sättigen kann, und spricht gegen die Anwendung des Kalkwassers noch der weitere Umstand, dass es auf Curcumapapier eine weniger scharfe Reaction gibt als das Barytwasser. Frisch gefällt, in amorphem Zustande ist Calciumcarbonat in Wasser löslich, und reagirt alkalisch wie die einfach kohlensauren Alkalien (v. Pettenkofer[1]). Man muss daher zuwarten bis das im Versuche gebildete Calciumcarbonat krystallinisch geworden ist; dieser Process dauert um so länger, je grösseren Ueberschuss an Calciumhydrat man angewandt hat.

Das Baryumcarbonat zeigt zwar diese Eigenthümlichkeit nicht, trotzdem ist dasselbe beim Titriren aus der Probe möglichst fern zu halten, weil es den Index (Curcumapapier, Rosolsäure oder Lackmustinktur) beeinflussen kann. Durch Dekantiren der Absorptionsflüssigkeit und Abheben der Titrirprobe gelingt die Ausschliessung, soweit sie in dieser Hinsicht nöthig erscheint. Keineswegs ist es aber möglich, das Baryumcarbonat so vollkommen bei Seite zu lassen, wie es die eventuelle Gegenwart von Alkalien unbedingt erfordert.

Wenn neben suspendirtem Baryumcarbonat eine Spur von Alkali, sei es als Hydroxyd oder Carbonat zugegen ist, so bilden sich neutrale Alkalioxalate, und diese setzen sich ihrerseits mit dem vorhandenen kohlensaurem Baryt zu Baryumoxalat und Alkalicarbonat um. Bei jedem weiteren Zusatz von Oxalsäure wird Alkalicarbonat wieder zu Alkalioxalat und dieser circulus vitiosus beginnt von neuem, so lange noch suspendirtes Baryumcarbonat vorhanden ist. Selbst bei der grössten Sorgfalt und Reinlichkeit lässt es sich nicht vermeiden, dass hin und wieder eine Spur von Alkali sich bei der Entnahme der Luftprobe oder beim Titriren einschleicht, und die Angaben der Analyse vollständig illusorisch macht. Um diese Fehlerquelle ganz zu beseitigen, hatte v. Pettenkofer, wenn er bei der Oxalsäure bleiben wollte, die Wahl zwischen zwei Wegen: entweder durch Filtriren in kohlensäurefreier Luft das suspendirte Baryumcarbonat aus der Titrirprobe zu entfernen, oder dem Barytwasser von vornherein einen Zusatz von Baryumchlorid

1) Sitzungsber. d. k. b. Akademie d. W. 1860, Heft III, pag. 291.

zu geben, welches vermittelnd zwischen Baryumcarbonat und Alkali tritt, indem sich die vorhandenen Alkalicarbonate zu den entsprechenden Alkalichloriden umsetzen. Es liegt auf der Hand, dass die letztere Modification der Methode wegen ihrer Einfachheit den Vorzug verdient.

Apparate. Um die Methode auszuführen bedarf man:

1) Einer Anzahl Glasflaschen in der Grösse von 3 bis 6 Liter, welche bis zu ihrem Ausmündungsrande geaicht sein müssen.

2) Die zum Verschluss dieser Flaschen nöthigen Gummikappen.

3) Einen Blasebalg, von dem man ermittelt hat, welches Luftquantum er auf einen Stoss fördert.

4) Je eine Saugpipette zu 25 und 100 Cubikcentimeter.

5) 2 Thermometer.

6) 1 Barometer.

7) 1 Bürette.

8) Eine Anzahl Glaskölbchen zum Titriren.

9) 1 Glasstab.

Titrirflüssigkeiten und Index. Das Barytwasser kann man sich in der nöthigen Stärke aus krystallisirtem Barythydrat oder durch Verdünnung eines damit gesättigten Wassers herstellen. Für Luftwechselbeobachtungen genügt es auf 1 Liter Wasser 7 Grm. krystallisirtes Barythydrat zu nehmen, in welcher Concentration auf 100 Cubikcentimeter Barytwasser zur Neutralisation 100 Milligramm Kohlensäure erforderlich sind. Der geringe Zusatz von Baryumchlorid erfolgt am einfachsten zum Barythydrat vor der Lösung; es genügt das Baryumchlorid im Verhältniss von 1:20 Barythydrat zu nehmen.

Um die Veränderung des Titers zu verhüten, hat v. Pettenkofer seine Barytwasserflasche so eingerichtet, dass die Luft, welche für die entnommenen Flüssigkeitsmengen eintritt, zuvor ihre Kohlensäure in einer Vorlage von Bimsstein abgibt, der mit concentrirter Natronlauge getränkt ist. Zu diesem Zwecke ist durch den doppelt durchbohrten Gummipfropfen der Flasche eine mit einem Quetschhahn abgeschlossene Heberröhre und eine zur Bimssteinvorlage führende Glasröhre gesteckt, und wird das zum Ver-

suche nöthige Barytwasser mit der Saugpipette direct entnommen. (Vergl. diese Zeitschrift Bd. XI. Taf. XV. Fig. 5.) Der Gummischlauch, in welchen die Heberröhre ausläuft, wird überdiess mit einem Glasstöpsel verschlossen, und empfiehlt es sich für Kohlensäurebestimmungen ausserhalb des Laboratoriums, dass man zwischen der Flasche und der Bimssteinvorlage einen Quetschhahn einschaltet.

Breiting[1]) gibt mit Hinweis auf Untersuchungen von Hagenbach an, dass man das Barytwasser vor dem Gebrauche behufs gleichmässiger Vertheilung „bis zum Aufsieden erwärmen“ müsse, weil sich in ungekochten Barytlösungen Schichten von verschiedener Concentration übereinander lagern. Dr. Friedrich Renk hat die Nothwendigkeit dieser Cautele neuerdings geprüft und gefunden, dass dieselbe auf Barytwasser von der zu Ventilationsbeobachtungen nöthigen Concentration keinen Bezug haben könne.

Die Oxalsäurelösung wird bereitet im Verhältnisse von 2.8636 Grm. krystallisirter Oxalsäure zu 1 Liter destillirten Wassers; 1 Cubikcentimeter dieser Titerflüssigkeit entspricht genau 1 Milligramm Kohlensäure. Die Oxalsäure, welche man zur Bereitung der Lösung nimmt, muss chemisch rein sein, und darf ihr weder freies Wasser noch eine Spur von Verwitterung anhaften.

Als Index dient entweder der Zusatz von zwei Tropfen einer alkoholigen Rosolsäurelösung (1 Theil reiner Rosolsäure zu 500 Theilen 80% Weingeist), oder citronengelbes Curcumapapier, das mit schwedischem Filtrirpapier präparirt ist. Es ist bei letzterem Index sehr wesentlich, nicht den Reagenspapierstreifen einzutauchen, sondern mit einem Glasstabe darauf einen Tropfen zu bringen. „Der Tropfen wird von seiner Peripherie aus eingesogen, seine ganze alkalische Wirkung concentrirt sich desshalb in der Peripherie.“

Verfahren. Die Bestimmung der Kohlensäure geschieht nun in folgender Weise:

---

1) Breiting, Untersuchungen betr. den Kohlensäuregehalt der Luft in Schulzimmern, Basel 1871, pag. 15.

Zur Aufnahme der Luftprobe und gleichzeitig als Maass derselben dient die geaichte Flasche. Dieselbe muss vollkommen rein und trocken sein, und darf keine andere Temperatur als der Versuchsraum haben; für die gewöhnlichen Beobachtungen des Luftwechsels stellt man die Flasche auf einen Tisch in der Mitte des zu untersuchenden Raumes. Man entnimmt die Probe, indem man mit dem Blasebalg Luft in die Flasche eintreibt, und darf annehmen, dass die Luftbeschaffenheit in und ausserhalb der Flasche die gleiche geworden ist, wenn man etwa das Fünffache des Volumens der Flasche eingeblasen hat. Sodann gibt man in die Flasche 100 Cubikcentimeter Barytwasser, dessen Titer man kennt, verschliesst sofort luftdicht mittelst einer Gummikappe, und notirt die während des Versuches in der Nähe der Flasche und im Freien gefundene Lufttemperatur sowie den Barometerstand. Die Absorption der Kohlensäure wird gefördert, indem man das Barytwasser einige Male in der Flasche herumschwenkt und kann nach etwa zehn Minuten als beendigt angenommen werden.

Um den Niederschlag von Baryumcarbonat absetzen zu lassen, wird der Inhalt in eine kleinere Flasche (¹/₄ Liter) entleert, deren Hals zur Einführung der 25 Cubikcentimeter-Pipette weit genug sein muss, und mittelst eines Gummipfropfens verschlossen. Wenn sich die Flüssigkeit vollständig geklärt hat, hebt man vorsichtig mit der Pipette drei Proben ab, und titrirt, wie das C. Voit[1]) angibt, die erste mit Rosolsäure, und die übrigen mit Curcumapapier als Index. Selbstverständlich muss das Absaugen so geübt sein, dass dabei die Probe weder durch Speichel noch durch die Athemluft verunreinigt wird.

Berechnung. Die Differenz des Titers von 25 Cubikcentimeter Barytwasser vor und nach dem Versuche entspricht nur einem Viertel der zur Kohlensäureabsorption verwendeten 100 Cub.-Centimeter. Man muss daher dieselbe mit dem Quotienten 4 multipliciren, um die Menge der absorbirten Kohlensäure zu erfahren. Die so gefundenen Gewichtsmengen Kohlensäure rechnet man in Volumina um, und ermittelt das Verhältniss auf 1000 Theile Luft,

1) Zeitschrift für Biologie, Band XI, pag. 568.

indem das untersuchte Luftvolumen unter Abzug von 100 Kubik-Centimeter, welche das Barytwasser verdrängt hat, auf 0° Temperatur und 760 Millimeter Luftdruck reducirt, in Proportion gesetzt wird.

Der zur Kohlensäurebestimmung nöthige Apparat ist nicht so zerbrechlich und voluminös, dass sich die Methode nicht auch auf Eisenbahnfahrten verwenden liesse. Wir sind mit Barometer, Thermometern, und der vollen Einrichtung, um lege artis zehn Versuche zu machen ausgerückt, und haben weder über Raummangel bei der Fahrt zu klagen, noch einen Verlust an Inventarstücken durch Zerbrechen zu notiren gehabt. Es kommt eben nur darauf an, wie man sich einrichtet, und ob man mit den Apparaten umzugehen weiss.

Sehr wesentlich bei Probefahrten ist strenge Disciplin, und überhaupt die Leitung der Beobachtungen durch einen Sachverständigen. Wenn Einer der Mitfahrenden glaubt, seine Cigarre gleichsam mit der Lokomotive um die Wette rauchen zu müssen, ein Anderer experimentirende Spielerei mit brennendem Papier treibt, der Dritte die Waggonthüren probirt, oder aus Langeweile mit den Klappen der Ventilationskanäle spielt u. s. w., was soll dabei die Kohlensäurebestimmung, und wenn sie noch so exact gemacht würde? Handelt es sich doch nur um die Kohlensäure aus einer bestimmten Quelle, und zwar bei Bestimmung der Ventilationsgrösse um die Kohlensäure, welche die Bewohner durch ihre Respiration und Perspiration im Versuchsraume von sich geben.

Die Frage der Verwerthbarkeit des Kohlensäuregehaltes behufs Beurtheilung des Grades der Verunreinigung der Luft wird im Capitel „Ventilationsbedarf“ Erörterung finden; wir wollen daher hier nur noch auf die Berechnungsweise der Ventilationsgrösse näher eingehen.

Bei seinen Untersuchungen über den Luftwechsel in Wohngebäuden fühlte v. Pettenkofer den Mangel eines Verfahrens, um den Effect der natürlichen Ventilation zu bemessen, und kam auf den Gedanken, die wechselnde Grösse des Kohlensäuregehaltes der Zimmerluft rechnerisch zu verwerthen. Zu diesen Beobachtungen

stellte er [1]) im Untersuchungsraum künstlich einen hohen Kohlensäuregehalt her, und berechnete aus dessen Abnahme innerhalb einer gewissen Zeit die Grösse des Luftwechsels d. h. die zugeflossene Menge frischer Luft mittelst einer von Seidel construirten Formel.

Später liess sich Märcker [2]) zu seinen Studien über den Luftwechsel in Stallungen eine Berechnungsformel von F. Kohlrausch geben, um aus den Schwankungen des Kohlensäuregehaltes bei fortwährender natürlicher Kohlensäureentwicklung von Seiten der Bewohner die Ventilationsgrösse eines Raumes zu erfahren, und ist seither für Breiting [3]) noch eine Formel von Hagenbach entwickelt worden. Alle diese Formeln basiren auf der richtigen Voraussetzung, dass der Lüftungsvorgang beim natürlichen Luftwechsel und einer naturgemäss angelegten künstlichen Ventilation nichts anderes ist als ein Auswaschen der verunreinigten mit reiner Luft.

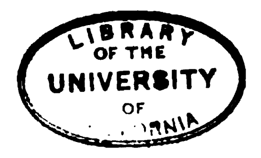
Wie beim Auswaschen von gefärbtem Wasser mit reinem Wasser nicht etwa die gleiche Menge des gefärbten in seiner ursprünglichen Concentration austritt, sondern die austretende Flüssigkeit nur die Zusammensetzung der ursprünglichen plus der hinzutretenden haben kann, so findet bei dem Ventilationsvorgange in jedem kleinsten Zeittheilchen eine sofortige Mischung der Luft statt, und zwar geschieht diese um so eher, als im Vergleiche zum Wasser die Verschiebbarkeit der Lufttheilchen wegen des geringeren specifischen Gewichtes 773 mal leichter vor sich geht. Die Besserung der Luftbeschaffenheit kann wie das Entfärben von Flüssigkeiten durch Auswaschen nur langsam, nach und nach stattfinden; es wird wenn die Verunreinigung stark war, die gleiche Reinheit wie im Freien selbst dann noch nicht hergestellt, wenn schon das Mehrfache der Raumgrösse an frischer Luft zugeführt worden ist.

Von „einer schichtenweisen Abfuhr“ der unreinen Luft, welche Vorstellung man in vereinzelten Handbüchern noch findet, kann

1) l. c. pag. 87.

2) Schultze und Märcker, Ueber den Kohlensäuregehalt der Stallluft. Göttingen bei Deuerlich, 1869, pag. 47.

3) Untersuchungen betr. den Kohlensäuregehalt der Luft in Schulzimmern. Basel 1871.



also bei einer normalen Ventilation keine Rede sein, wenn auch zugegeben werden muss, dass man in bewohnten Räumen unter der Decke einen um wenige Zehntel per Mille höheren Kohlensäuregehalt finden kann als am Boden. So haben auch Breiting[1]) in Schulräumen und Märcker[2]) in Stallungen einen im Vergleich zur grossen Kohlensäureentwicklung minimalen Unterschied zwischen Decke und Boden konstatirt.

Es sind zwar Verhältnisse denkbar, welche die sofortige Vertheilung der im Raume entwickelten Kohlensäure behindern können, so dass wesentliche Differenzen auftreten, wie in den Beobachtungen von Forster[3]) und Erismann[4]). Man findet diese Zustände auch in bewohnten Räumen, wenn deren Dimensionen ungünstig, oder die Ventilationsöffnungen verfehlt angelegt sind. Solche Ausnahmsfälle dürfen aber die Ventilationstechnik noch nicht dazu verleiten, auf eine „schichtenweise Abfuhr“ bei der Construction einer Ventilationsanlage abzuzielen, da es nie gelingt, die Exhalationsprodukte direkt ins Freie abzuleiten, bevor sie sich mit der Luft im Raume, sei es durch Diffusion oder durch „mechanische Luftströmung“ (Forster[5]) vermischt haben.

Selbst, wenn der Kohlensäuregehalt unter der Decke von der Beschaffenheit der Luft am Boden um mehrere Volumtheile abwiche, liesse sich daraus kein Einwand gegen die Promptheit des Mischungsvorganges ziehen. Die mit etwa 43 p. M. Kohlensäure beladene Exspirationsluft wird, weil sie wegen ihrer höheren Temperatur (etwa 37.0° C.) specifisch leichter ist, von der kälteren Luft des Wohnraumes in die Höhe gedrängt, trotzdem findet man unter der Decke in jedem Falle nur noch einen kleinen Bruchtheil ihres Kohlensäuregehaltes. Es müsste doch die Luft der höheren Schichten des Raumes einen weit stärkeren Kohlensäuregehalt haben, als man

1) l. c. pag. 35.
2) Journal f. Landwirthschaft 19. Jahrg, 4. Heft, pag. 423.
3) Zeitschrift für Biologie, Bd. XI, pag. 392.
4) Zeitschrift für Biologie, Bd. XII, pag. 355.
5) l. c. pag. 403.

selbst in extremen Fällen beobachtet hat, wenn es der ausgeathmeten Luft an Bestreben fehlte, sich rasch gleichmässig zu vertheilen.

Nur der Ort des Mischungsvorganges ist für den Rest der jeweils ausgeathmeten Luft in Folge des Einflusses der Motoren (des natürlichen oder künstlichen Luftwechsels) unter die Decke verlegt, wo an Stelle der von hier aus vertheilten Kohlensäure frisch ausgeathmete Kohlensäuremengen treten; sobald die Kohlensäureentwicklung aufhört, lässt der Ausgleich des Unterschiedes in der Luftbeschaffenheit nicht lange auf sich warten, sonach darf man den vermehrten Kohlensäuregehalt an der Decke nicht als eine Aufspeicherung auffassen.

In der Möglichkeit, dass man die obersten Luftschichten bewohnter Räume etwas stärker verunreinigt findet, liegt an sich kein hinreichender Grund, die Mündungen der Abzugskanäle an die Decke zu verlegen. Die Ventilationstechnik sollte vielmehr es als ihr Ziel betrachten, jedem Unterschiede in der physikalischen und chemischen Beschaffenheit der Luft entgegenzuarbeiten, anstatt die Temperaturdifferenz im Raume als Motor ausnützen zu wollen.

Von den Berechnungsformeln will ich hier nur die von Seidel und F. Kohlrausch besprechen, welche die häufigste Anwendung gefunden haben.

Seidel: $$y = 2.302 \ldots m \log. \frac{p - q}{a - q}$$

Kohlrausch: $$y = \frac{k + (p - a)\frac{m}{t}}{\frac{p + a}{2} - q}$$

oder

$$y = \frac{(a - p)\frac{m}{t} - k}{q + \frac{p + a}{2}}$$

Bedeutung der Termini:

y = die Grösse des Luftwechsels in Cubikmeter;
m = der Luftcubus des Untersuchungsraumes in Cubikmeter;
p = der Kohlensäuregehalt im Raume beim Beginn der Versuchszeit t;
a = der Kohlensäuregehalt im Raume am Ende der Versuchszeit t;
q = der Kohlensäuregehalt der einströmenden Luft. Für Wohnräume wird dieser Werth zu 0.5 per Mille, für Eisenbahnwagen zu 0.4 per Mille angenommen;
k = die Menge der im Raume per Stunde producirten Kohlensäure. Der Annahme des Ziffernwerthes können folgende Angaben zu Grunde gelegt werden:

Nach v. Pettenkofer und C. Voit[1]) beträgt bei mittlerer Kost die stündliche Kohlensäureausscheidung des erwachsenen Mannes:

	I. kräftiger Arbeiter 72 Kilo schwer. 28 Jahre		II. schwächlicher Schneider 53 Kilo schwer. 36 Jahre
	Ruhe	Arbeit	Ruhe
Tag . . .	22.6 Liter	36.3 Liter	16.8 Liter
Nacht . .	16.7 „	15.0 „	12.7 „

Aus den Untersuchungen Scharling's[2]) sind folgende Angaben berechnet:

	Alter	Körpergewicht	stündliche Kohlensäure-Abgabe
	Jahre	Kilo	Liter
Knabe	$9^3/_4$	22.0	10.3
Mädchen	10	23.0	9.7
Jüngling	16	57.75	17.4
Jungfrau	17	55.75	12.9
Mann	28	82.00	18.6
Frau	35	65.50	17.0

Die Ziffernwerthe für a, p, q und k werden in Theilen der Volumeneinheit in die Formel eingesetzt, also für 0.7 per Mille = 0.0007, für 22.6 Liter = 0.0226 Cubikmeter. —

1) Zeitschrift für Biologie. Bd. II, p. 5.
2) C. G. Lehmann, Handbuch der physiol.-Chemie, Leipzig 1854, Bd. III, pag. 320.

Man könnte Bedenken gegen die Auffassung der Werthe k und q als konstante Grössen geltend machen, weil dieselben doch innerhalb gewisser Grenzen Schwankungen zeigen.

Die Kohlensäureausgaben sind individuell verschieden je nach dem Geschlecht und Alter, je nach dem Ernährungszustande, bei Arbeit oder Ruhe, bei Tag oder Nacht und wechseln mit der Temperatur des umgebenden Mediums.

Zu gutem Theil lässt sich schon bei der Versuchsanordnung einem Fehler in der Annahme der Grösse k begegnen, wenn man darauf achtet, dass nur Leute des gleichen Geschlechtes und ohne grosse Altersunterschiede sich als Kohlensäurequelle im Raume aufhalten. So wird man nicht etwa die Prüfung von Ventilationsanlagen in Schulsälen unter Verwendung von Soldaten vornehmen, oder den Luftwechsel eines fahrenden Lazarethes mit Schulkindern studiren wollen. Durch Beachtung dieser Cautele tritt der Unterschied in der Kohlensäureproduction der einzelnen Individuen mehr und mehr in den Hintergrund, zumal ein Ausgleich des in der Voraussetzung der Constanten k möglichen kleinen Fehlers nahezu dadurch stattfindet, dass die Kohlensäureausgaben mehrerer Individuen in Rechnung gebracht werden.

Schwerer würde schon ein Fehler in der Annahme des Werthes q ins Gewicht fallen, weil derselbe im Divisor der Formel steht.

Nach täglichen Beobachtungen, welche ich unter Assistenz des Herrn E. Louis gemacht habe, liegt in München der Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft zwischen 0.69 und 0.15 per Mille; jedoch fallen extreme Befunde stets mit ganz aussergewöhnlichen Witterungsverhältnissen zusammen, wie dichtem Nebel, heftigem Schneesturm bei niedrigem Barometerstand. Lässt man diese selteneren Erscheinungen ausser Rechnung, so schwankt der Kohlensäuregehalt nur zwischen etwa 0.3 und 0.4 und beträgt das Mittel 0.37. Es kann aber nur bei Eisenbahnfahrten der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre für den Werth q in Betracht kommen, da in diese die Luft aus dem Freien direkt einströmt, dagegen ist die in Wohnräumen eintretende Luft als ein Gemisch von Luft aus dem Freien, benachbarten Wohnräumen und Corridors aufzufassen. Die für q oben angesetzten Mittelwerthe von 0.4 und 0.5 werden daher von

den thatsächlichen Verhältnissen wenig abweichen, wenn man Beobachtungen unter aussergewöhnlichen Umständen, wie z. B. beim Eintreten des Rauches der Lokomotive während einer Probefahrt aus der Versuchsreihe streicht.

Man hätte in vielen Fällen auf die Berechnung der Ventilationsgrösse aus den Kohlensäureschwankungen zu verzichten, wenn man dieselbe nur unter der Bedingung zulassen wollte, dass die Werthe k und q für jede Versuchsreihe besonders ermittelt werden müssten.

Mit vollster Sicherheit könnte die Grösse von k nur mittelst eines guten Respirationsapparates gefunden werden.

Breiting hat auf Hagenbachs Rath ein Verfahren angewandt, mit welchem man ohne besondere Einrichtung und ohne grossen Zeitaufwand den Ziffernwerth k in der zu Ventilationsstudien genügenden Genauigkeit erfährt. In den Schulräumen wurde, nachdem dieselben von den Kindern verlassen waren, die allmähliche Abnahme des Kohlensäuregehaltes bestimmt, und aus dieser „der Ventilationscoëfficient“ des Raumes, d. h. „das Verhältniss der per Stunde in das Zimmer eintretenden Luft zu der bereits vorhandenen“ berechnet. Dieser mit $\frac{y}{m}$ bei Kohlrausch identische Werth gibt in die später zu erwähnende Hagenbachische Formel eingesetzt, nach geschehener Transformation eine Gleichung, in der nur mehr nk resp. k unbekannt ist.

Auf diese Weise fand Breiting die stündliche Kohlensäureausgabe bei:

	Alter	Kohlensäure	
Mädchen	7—8 Jahre	10.7 Liter	während des gewöhnlichen Schulunterrichtes
„	7—8 „	10.5 „	
„	8—9 „	12.0 „	
„	8—9 „	16.7 „	während der Singstunde
Knaben	12—13 „	13.1 „	während des gewöhnlichen Unterrichtes
„	12—13 „	13.0 „	
„	12—13 „	17.0 „	während der Singstunde.

Die nahezu erreichte Uebereinstimmung dieser von Breiting für k gefundenen Werthe mit Scharling's Angaben spricht sehr für die Verwerthbarkeit des Verfahrens.

Mit der Bestimmung von q wird man sich bei der Prüfung von Ventilationsanlagen nur dann befassen, wenn ihr Ventilationseffect dem natürlichen Luftwechsel untergeordnet erscheint, und der Ort, wo die zugeführte Luft entnommen wird, eine aussergewöhnliche Zusammensetzung der Luft vermuthen lässt, wie z. B. bei Luftheizungen, welche geeignet sind, zu gutem Theile Kellerluft in die Wohnräume zu fördern, oder gar das Bedenken erregen, dass in der Heizkammer ein Uebertritt von Heizgasen in die Luftcanäle stattfinde. Wir wollen aber keineswegs verkennen, dass es einer weiteren Untersuchung werth wäre, wie gross die Schwankungen des Kohlensäuregehaltes der in Wohnräumen einströmenden Luft sind, und ob sich nicht verschiedene Mittelwerthe je nach den Jahreszeiten aufstellen liessen.

So lange keine bessere Methode der Ventilationseffectbestimmung, als diese gefunden ist, wird man sich es gefallen lassen müssen, dass das Ergebniss durch die Annahme von Mittelwerthen für k und q von der Wirklichkeit um ein Weniges abweiche, wie auch bei jeder anderen Methode in Folge der dem menschlichen Können gesetzten Schranken gewiss kleine Fehler unterlaufen.

In Seidel's Formel bedeutet y „das ganze Quantum Luft, durch dessen allmähliche Zufuhr der Kohlensäuregehalt vom anfänglichen Werthe p auf den schliesslichen Werth a gebracht wurde"; y gibt also die Ventilationsgrösse während der zwischen den Kohlensäurebestimmungen p und a verflossenen Zeit. Bei Kohlrausch dagegen gibt y die Ventilationsgrösse direct per Stunde an, wenn t als Bruchtheil einer Stunde und k als die per Stunde producirte Kohlensäuremenge angenommen werden.

Da die Formeln auf der Prämisse beruhen, dass die Aenderung im Kohlensäuregehalte, welche die Zufuhr frischer Luft in einer gewissen Zeit bewirkt, nicht plötzlich, sondern allmählich erfolge, so werden ihre Angaben um so verlässiger, je ruhiger der Luftwechsel stattgefunden hat. Wurde dagegen bei einem etwas stürmischen Luftwechsel untersucht, der den Voraussetzungen nicht

ganz entsprach, so wird der Werth für y eher zu gross als zu klein sich berechnen, was man für die Beurtheilung von Ventilationsapparaten und gewissen Ventilationsvorgängen wissen muss.

In Anbetracht dieser Eigenthümlichkeit hat man besonders zu vermeiden, dass nicht plötzliche Uebergänge von einem ruhigen zu einem turbulenten Luftwechsel in die Versuchszeit t fallen. Wollte man z. B. erfahren, wie gross der Ventilationseffect der Stirnthüren des Wagens ist, so wird man für p nicht eine Kohlensäurebestimmung in Rechnung ziehen können, die vor der Benützung der Stirnthüren gemacht worden ist, sondern man wird nur Schwankungen des Kohlensäuregehaltes in Vergleich setzen dürfen, deren Bestimmung schon in die Zeit der Action dieser Ventilationswege fällt.

Während Seidel, entsprechend der Prämisse, einer allmählichen Aenderung der Luftbeschaffenheit in unendlich kleinen Zeittheilchen auf eine logarithmische Formel kommt, lässt Kohlrausch, dessen Formel übrigens nach Märcker nur zur Ermittelung von Annäherungswerthen dienen soll, den Ventilationsvorgang (Luftzutritt, Mischung, Luftaustritt) nicht in kleinsten Zeittheilchen, sondern in grösseren Intervallen erfolgen, und fasst die durchschnittliche Beschaffenheit der Luft während der Versuchszeit t als das arithmetische Mittel zwischen dem Anfangs- und End-Kohlensäuregehalte auf. Es ist klar, dass die so erzielte Vereinfachung der Berechnung nur auf Kosten der Verlässigkeit geschehen kann, und weichen in der That die Angaben für y um so mehr von der Wirklichkeit ab, als die Versuchszeit t gross war. Wegen Vernachlässigung der sich hieraus ergebenden Cautele erscheinen Märcker's Angaben über die Grösse der freiwilligen Ventilation zum Theil in einem zweifelhaften Lichte.

Durch ein Paradoxon, auf welches ich bei Berechnung der Ergebnisse der Lindauer Probefahrt mit Kohlrausch's Formel gekommen war, sah ich mich veranlasst, Herrn Prof. Dr. Seidel zu befragen. Dieser hatte nicht allein die Gewogenheit, mich über die schon erwähnten Grundlagen der Formeln und die Cautele der Anwendung aufzuklären, sondern verpflichtete mich

noch dadurch zu besonderem Danke, dass er speciell für den Fall der fortwährenden Kohlensäurequelle eine Formel gab, an deren Hand die Angaben der einfacheren Formel von Kohlrausch zu controliren waren.

Schon im Dezember 1860 hatte sich Seidel mit der Entwicklung dieser Formel befasst, und ist es zu beklagen, dass dieselbe der Publication so lange vorenthalten war. Die im Anfange März 1875 mir gegebene Formel war folgende:

$$\log \frac{p\,(V + v) - (g\,V + v)}{a\,(V + v) - (g\,V + v)} = 0.43429 \,.\,.\, \frac{V +}{m}\; t$$

Bedeutung der Termini:

V ist identisch mit y Märcker's
v „ „ „ k „
g „ „ „ q „
m, p, a und t wie bei Märcker.

Die Zahlenwerthe sind in derselben Einheit einzusetzen, wie bei den andern Formeln.

Anscheinend ist diese neue Formel, weil sie als transscendente Gleichung die unbekannte auf einer Seite unter dem Logarithmus hat, für den mathematisch wenig Geschulten nicht zu rechnen, jedoch ist der rechnerische Versuch, der die Aufgabe lösen soll, durch Beigabe von Hilfsformeln wesentlich erleichtert. Auch diese Formel basirt auf den oben mitgetheilten Voraussetzungen, und wird die Grösse der Luftzufuhr um so genauer angeben, je weniger der Lüftungsvorgang von dem normalen Verhalten abweicht. C. Lang hat mittelst derselben die Brauchbarkeit der Formel von Kohlrausch geprüft, und fand die Annahme bestätigt, dass die Angaben der beiden Formeln sich um so mehr nähern müssen, je kleiner t war. Bei einer Versuchsdauer von 7 Minuten war z. B. die Differenz = 0, und erscheint es rathsam Versuche, die man mit der einfachen Formel rechnen will, nicht länger als höchstens 15 Minuten auszudehnen. —

Dass ich, als Nichtmathematiker, mich auf einem, meiner Aufgabe scheinbar ferne liegenden Gebiete bewegt habe, lässt sich mit der an mir selbst gemachten Erfahrung motiviren, dass die Kennt-

niss der Grundlagen einer Formel unentbehrlich ist für das Verständniss der Cautelen.

Eine gründliche mathematische Behandlung wird diesem Gegenstande in dem folgenden Abschnitte von C. Lang zu Theil, in welchem er sämmtliche Formeln vergleichend zusammenstellt, und auf Grund ihrer Entwicklung kritisch bespricht. Zugleich mag dort die Anleitung zum Rechnen mit der neuen Formel Prof. Seidel's Raum finden, deren Veröffentlichung uns freundlichst überlassen worden ist.

Die Formeln zur Berechnung der Ventilationsgrösse aus den Kohlensäureschwankungen. Von C. Lang.

Alle für die Berechnung der Ventilationsgrösse aus den Kohlensäureschwankungen zur Anwendung kommenden Formeln basiren auf der Voraussetzung, dass die Ventilation eine allmähliche sei, und eine endliche Menge der eben im Raume befindlichen Luft nicht auf ein Mal hinausgetrieben werde, sowie dass in jedem kleinsten Zeittheilchen eine vollständige Vermischung der vorhandenen Luft mit der neu hinzukommenden stattfinde, und der Kohlensäuregehalt der abfliessenden Luft dem mittleren Kohlensäuregehalte der Zimmerluft gleich sei. Dem wirklichen Thatbestande kommt diese Voraussetzung mehr oder weniger nahe. Die Angaben der Formeln werden um so correcter sein, je langsamer sich in Folge des obwaltenden Ventilationsmodus der Kohlensäuregehalt ändert.

Um den Vergleich der vorhandenen Formeln zu erleichtern, will ich im Nachstehenden für jede derselben die gleichen Termini einführen, und bezeichne mit:

m das Volumen des zu ventilirenden Raumes in Cubikmetern;

C das Volumen frischer Luft in Cubikmetern, welches von Aussen per Zeiteinheit durch Ventilation zugeführt wird;

T die zwischen Anfang t_1 und t_2 eines Versuches verflossene Zeit, in der Einheit ausgedrückt, auf welche sich C bezieht.

Die Termini in Theilen der Volumeneinheit angegeben.

p den Kohlensäuregehalt im Raume, und zwar
p_1 denselben am Anfange,
p_2 denselben am Ende eines Versuches;
a denselben im Freien;
k das Volumen Kohlensäure, welche in der Zeiteinheit von einer Kohlensäurequelle entwickelt wird und mit
n die Anzahl dieser Kohlensäurequellen.

I. Seidel's Formel 1:

$$C = 2.30258 \ldots \frac{m}{T} \log \frac{p_1 - a}{p_2 - a}$$

Um aus der Abnahme des Kohlensäuregehaltes die Grösse des Luftwechsels in einem Raume zu berechnen, in welchem die Kohlensäureentwicklung sistirt ist, ging Seidel von folgender Ueberlegung aus: Ist in einem m Cubikmeter grossen Raume bei Beginn der Beobachtung der Kohlensäuregehalt p_1, so enthält zu dieser Zeit der ganze Raum mp_1 Volumeneinheiten Kohlensäure. Wird am Ende der Beobachtung der Kohlensäuregehalt zu p_2 gefunden, so beträgt dann die gesammte Kohlensäuremenge des Raumes mp_2 Cubikmeter; es hat sich also die Kohlensäuremenge um $m\ (p_2 - p_1)$ während der Zeit des Versuches verändert. War die Zeit des Versuches unendlich klein $= dt$, so wird auch die Differenz $(p_2 - p_1)$, unendlich klein werden; bezeichnet man sie mit dp, so war die Kohlensäureveränderung während dieser ganzen Zeit im Raume mdp.

Dieser Zustand wurde dadurch hergestellt, dass C Volumeneinheiten frischer Luft vom Kohlensäuregehalte a während der Zeit dt zuströmten, während gleichzeitig C Cubikmeter Luft von dem Kohlensäuregehalte p aus dem Raume abgeführt wurden. — Es ist daher:

$$\begin{aligned} mdp &= Cadt - Cpdt = \\ &= C(a - p)\,dt = \\ &= -\,C(p - a)\,dt \text{ oder} \end{aligned}$$

$$\frac{-\,dp}{(p - a)} = \frac{C}{m}\,dt. \text{ —}$$

Durch Integration erhält man:

$$-\int_{p_1}^{p_2} \frac{dp}{p-a} = \frac{C}{m}(t_2 - t_1), \text{ und}$$

$$log \frac{p_1 - a}{p_2 - a} = \frac{C}{m} T, \text{ wo } T = t_2 - t_1 \text{ ist,}$$

$$\text{also } C = \frac{m}{T} log \frac{p_1 - a}{p_2 - a}$$

und für die Zeiteinheit:

$$C = m \; log \frac{p_1 - a}{p_2 - a};$$

verwandelt man diesen *log. natur.* behufs Zifferrechnung in den gemeinen Logarithmus, so ergibt sich:

$$C = 2.30258 \ldots m \, . \, log \frac{p_1 - a}{p_2 - a}$$

II. Seidel's Formel 2:

$$log \frac{p_1 (C + nk) - (Ca + nk)}{p_2 (C + nk) - (Ca + nk)} = 0.43429 \ldots \frac{C + nk}{m} \cdot T$$

Für den complicirteren Fall, dass in einem ventilirten Raume die Kohlensäureproduction fortdauert, lässt sich eine Formel in folgender Weise entwickeln:

Benennt man die Veränderung der Kohlensäurequantität, wie zuvor, *mdp* (welches je nachdem es Zunahme oder Abnahme des Gehaltes bedeutet, + oder — sein wird), so muss dieselbe gleich sein der Differenz zwischen der im Zeittheilchen *dt* zugeführten Kohlensäure und der inzwischen abgeführten.

Die zugeführte Kohlensäure setzt sich zusammen:

1) aus dem Volumen Kohlensäure, welches die C Volumeneinheiten frischer Luft enthalten $= Cadt$;

2) aus dem Volumen Kohlensäure, welches im Innern producirt wurde $= nkdt$.

Im Ganzen ist also in der Zeit dt die neu hinzu gebrachte Kohlensäure $= (Ca + nk)\, dt$. Die Grösse der abgeführten Luft berechnet sich:

1) aus C Volumeneinheiten Luft, die für die eintretenden C Volumeneinheiten abfliessen;

2) aus nk Volumeneinheiten Luft, die von den producirten nk Volumeneinheiten Kohlensäure verdrängt werden.

Die Luftausfuhr in der Zeit dt beträgt sonach: $(C + nk)\, dt$: da aber die ausgeführte Luft den Kohlensäuregehalt p hat, so treten an Kohlensäure aus:

$$(C + nk)\, p \,.\, dt.$$

Es ist also die Veränderung am Kohlensäuregehalt im Raume:

$$m dp = [(Ca + nk) - p\,(C + nk)]\,.\,dt = [C\,(a - p) + nk\,(1 - p)]\,.\,dt$$

oder

$$\frac{-\,dp}{p\,(C + nk) - Ca - nk} = \frac{1}{m}\,.\,dt.$$

Nachdem so die Veränderung des Kohlensäuregehaltes in der unendlich kleinen Zeit dt gefunden ist, kann dieselbe auch für eine endliche Zeit T durch Integration bestimmt werden. Innerhalb der Grenzen p_1 bis p_2 ist, (da $t_2 - t_1 = T$):

$$-\int_{p_1}^{p_2} \frac{dp}{p\,(C + nk) - Ca - nk} = \frac{1}{m}\,T$$

$$\frac{1}{C + nk}\,.\,log\,\frac{p_1\,(C + nk) - Ca - nk}{p_2\,(C + nk) - Ca - nk} = \frac{1}{m}\,T$$

$$\text{oder } log\,\frac{p_1\,(C + nk) - Ca - nk}{p_2\,(C + nk) - Ca - nk} = \frac{C + nk}{m}\,T$$

oder auch

$$log\,\frac{p_1 - a - \frac{nk}{C}\,(1 - p_1)}{p_2 - a - \frac{nk}{C}\,(1 - p_2)} = \frac{C + nk}{m}\,.\,T = \frac{C}{m}\left(1 + \frac{nk}{C}\right)\,.\,T$$

Seidel erleichtert die Anwendung dieser Formel dadurch, dass er statt C eine Hilfsvariable z einführt und zwar:

$$\text{I.}\qquad z = \frac{aC + nk}{C + nk} = a + \frac{(1 - a)\,nk}{C + nk}$$

„Die Bedeutung dieser Hilfsgrösse z (die man übrigens, um mit ihr zu rechnen, nicht gerade zu wissen braucht) ist folgende:

„Man könnte sich denken, dass dieselbe Veränderung des Kohlensäuregehaltes, die im Raume per Zeiteinheit durch die Zufuhr des Volumens C an frischer Luft und durch die Entwicklung des Volumens nk an Kohlensäure im Innern hervorgebracht wird, dadurch hervorgebracht würde, dass man die Kohlensäurequelle im Innern beseitigte, dafür aber in der Zeiteinheit von Aussen her ein Quantum $(C + nk)$ einer solchen Luft zuführen würde, die einen höheren Kohlensäuregehalt besitzt, als die äussere Luft wirklich hat". Dieser rechnerisch angenommene Kohlensäuregehalt z drückt sich ebenso in Theilen der Volumeneinheit (Cubikmeter) aus wie p_1, p_2, a und nk.

Nach Einführung dieser Hilfsgrösse stellt sich die Gleichung wie folgt:

II. $$\log \frac{p_1 - z}{p_2 - z} = \frac{0.43429 \ldots}{m} \cdot T \, \frac{nh\,(1 - a)}{z - a} = \frac{0.43429 \ldots T \,.\, nk\,(1 - a)}{m} \cdot \frac{1}{z - a}\,.$$

In der vorliegenden Gestalt der Gleichung lässt sich der Coëfficient $\frac{0.43429 \ldots \mathrm{T} \,.\, nk\,(1 - a)}{m}$, den man mit ϱ bezeichnet, leicht rechnen, da er nur bekannte Grössen enthält; man erhält dann:

III. $$\log \frac{p_1 - z}{p_2 - z} = \frac{\varrho}{z - a}.$$

Für z nimmt man nun versuchsweise einen Werth an, der zwar ein kleiner Bruch, jedoch $> a$ ist, so dass p_2 zwischen p_1 und z liegt. Je länger die Beobachtungszeit T gedauert hat, desto mehr wird z sich dem p_2 nähern und zwar,

wenn $p_1 > p_2$, ist $z < p_2$,
" $p_1 < p_2$, " $z > p_2$.

Noch am Ehesten wird man dem richtigen Werthe von z nahe kommen, wenn zunächst die Grösse C zum Einsetzen in die Gleichung I mittelst der Formel von F. Kohlrausch annähernd ermittelt wird; war die Versuchsdauer gross, so empfiehlt sich die Anwendung

der weiter unten mitgetheilten Modification derselben. — Nachdem so ein der Richtigkeit nahe liegender Werth für z gefunden ist, kann man in Gleichung III die Ziffernwerthe auf beiden Seiten finden, und wird der Werth von z nur in dem Falle richtig sein, wenn die beiden Gleichungsseiten nahe genug übereinstimmen. Fällt dagegen die linke Gleichungsseite grösser aus, so muss der neu zu substituirende Werth von z sich mehr unterscheiden von p_1 und p_2 (und zwar, wenn $p_1 > p_2$, ist z kleiner zu wählen, wenn $p_1 < p_2$, ist ein grösserer Werth für z zu versuchen). War die rechte Gleichungsseite grösser als die linke, so wird sich der neue Werth von z mehr jenen von p_1 und p_2 nähern müssen. Hat man durch solche Versuche das Eintreffen der Gleichung III genau genug erreicht, und also z gefunden, so ist:

IV.
$$C = nk \frac{1 - z}{z - a}.$$

Für den Fall, dass die Kohlensäureentwicklung im Raume sehr schwach ist, und somit die Leistungsfähigkeit der Ventilation wenig in Frage kommt, (z sehr wenig von a abweicht), lässt sich die oben beschriebene Behandlung der Gleichung durch folgende bequemere ersetzen:

Man führt gleichzeitig zwei Hilfsvariable ein, und zwar links z, und rechts W;

$W = C + nk$, und hat dann statt der Gleichungen I und II:

$$1)\quad z = a + \frac{a}{W}$$

wobei $a = nk\,(1 - a)$ und

$$2)\quad log\, \frac{p_1 - z}{p_2 - z} = \beta\, W$$

wobei
$$\beta = 0.43429 \ldots \frac{T}{m} \text{ ist. —}$$

Mit einem angenommenen z, das in den mitgetheilten Grenzen liegen muss, rechnet man aus Nr. 2 die Grösse W, und zu diesem

aus Nr. 1 ein neues z. Ist dieses z zu gross gegen das angenommene. mit dem W berechnet wurde. so muss der neu zu versuchende Werth von z, mit dem nun ein neues W gerechnet werden soll, minder verschieden von p_1 und p_2 sein. als das zuvor angewandte. Im anderen Falle hat natürlich das Entgegengesetzse einzutreten. Ist durch solche Versuche z und W hinlänglich genau bestimmt, so hat man:

$$C = W - nk$$

III. Hagenbach's Formel:

$$\log \frac{p_1 - a - \frac{nk}{C}}{p_2 - a - \frac{nk}{C}} = \frac{C}{m} \cdot T$$

Diese Formel, welche Breiting [1]) zu seinen Untersuchungen angewandt hat. unterscheidet sich wenig von Seidel's Formel II. Würde man das Volumen der ausgetriebenen Luft einfach setzen: Cdt, also die von ihr abgeführte Kohlensäure:

$$Cpdt, \text{ so wäre:}$$

$$mdp = (Ca - Cp + nk)\, dt,$$

oder

$$\frac{-dp}{p - a - \frac{nk}{C}} = \frac{C}{m}\, dt,$$

und durch Integration:

$$\log \frac{p_1 - n - \frac{nk}{C}}{p_2 - a - \frac{nk}{C}} = \frac{C}{m} \cdot T$$

Bei Ableitung dieser Formel ist im Gegensatze zur Seidelschen vernachlässigt, dass von jedem producirten Volumen Kohlensäure ein gleich grosses Quantum Luft aus dem Raume verdrängt werden muss, wenn das ganze Luftvolumen im Innern constant

1) Untersuchungen betreffend den Kohlensäuregehalt der Luft in Schulzimmern. Basel 1871.

bleiben soll. Scheinbar strebt Seidel hier nach einer Genauigkeit, welche sich leicht entbehren liesse. Doch ergibt sich aus folgender Deduction, dass die Vernachlässigung dieses Gliedes unter Umständen zu grossen Fehlern führen könnte:

In den gewöhnlichen Fällen von Ventilationsbeobachtungen sind p_1, p_2 und a kleine echte Brüche; war der Luftwechsel nicht sehr schwach, so dass p_2 unter dem Grenzwerthe liegt, so wird auch $\frac{nk}{C}$ ein kleiner Bruch sein. Man darf daher in Seidel's Formel II die Glieder (links) $\frac{nk}{C}\,p_1$ im Dividend, und $\frac{nk}{C}\,p_2$ im Divisor; (rechts) $\frac{C}{m} \cdot \frac{nk}{C}$ als verschwindend klein betrachten. — In dem äusserst seltenen Falle, wenn der Luftwechsel so schwach war, dass für die producirten nk Volumeneinheiten Kohlensäure fast nur nk Volumina Luft abgeführt wurden, erweist sich die Formel von Hagenbach nicht mehr zutreffend. Bei hinreichend grossem T könnte $(p_2 - p_1)$ einen beliebig grossen Werth bekommen, ja selbst > 1 werden, was absurd ist. Die strengere Formel Seidel's liefert dagegen für diesen Fall, der allerdings extrem ist, noch immer das Resultat:

$$\log \frac{1 - p_1}{1 - p_2} = \frac{nk}{m}\,T\,.$$

IV. Kohlrausch's Formel:

$$C = \frac{nk + (p_1 - p_2)\,\frac{m}{T}}{\frac{p_1 + p_2}{2} - a}\,.$$

Die Entwicklung dieser Formel ist folgende:

Es ist in der ersten Minute der Zuwachs an Kohlensäure:

$$nk + aC - p_1\,C = nk + (a - p_1)\;C;$$

in der letzten Minute:

$$nk + aC - p_2\,C = nk + (a - p_2)\;C.$$

Im Mittel während der Zeit T also kann **annähernd** gesetzt werden:

$$\frac{1}{2}\left[nk + C(a - p_1) + nk\,C(a - p_2)\right] = nk + C\left(a - \frac{p_1 + p_2}{2}\right)$$

Die Zunahme der Kohlensäuremenge während der Zeit T war daher:

$$\left[nk + C\left(a - \frac{p_1 + p_2}{2}\right)\right] T,$$

daher das Verhältniss dieser Quantität zum ganzen Raume, oder die Zunahme an Kohlensäuregehalt:

$$\frac{\left[nk + C\left(a - \frac{p_1 + p_2}{2}\right)\right] T}{m}.$$

War nun der ursprüngliche Gehalt p_1, der schliessliche p_2, so ist diese Zunahme auch

$p_2 - p_1$, daher:

$$\frac{\left[nk + C\left(a - \frac{p_1 + p_2}{2}\right)\right] T}{m} = p_2 - p_1$$

oder

$$C = \frac{(p_2 - p_1)\frac{m}{T} - nk}{a - \frac{p_1 + p_2}{2}}$$

oder

$$C = \frac{nk + (p_1 - p_2)\frac{m}{T}}{\frac{p_1 + p_2}{2} - a}$$

Diese Annäherungsformel gibt für kleine Versuchszeiten, wie ich mittelst Seidel's Formel II controliren konnte, hinreichend genaue Resultate, für längere Versuchszeiten jedoch erweist sie sich als ungenügend, und fällt der Fehler um so grösser aus, als der Luftwechsel gross war.

Die Fehlerhaftigkeit dieser Formel (für extreme Fälle) ergibt sich unter Anderem auch aus folgender Betrachtung:

Wird die Ventilation sehr lange fortgesetzt, so muss schliesslich im Raume ein Zustand eintreten, der nur abhängig ist von der Quantität der zugeführten frischen Luft und der im Raume erzeugten Kohlensäure, aber nicht mehr von dem anfänglichen Kohlensäuregehalte, weil die fortwährende Zufuhr endlich jede Spur dessen, was vom Anfange an im Raume war, verwischen muss.

Es muss also für ein unendlich grosses T zwischen C, p_2, nk und a eine Gleichung sich ergeben, in der p_1 verschwindet, was bei der logarithmischen Formel auch der Fall ist; die Formel bei Schultze und Märcker gibt aber für diesen Fall, indem das Glied $(p_1 - p_2)\frac{m}{T}$ im Dividenden $= 0$, wird:

$$C = \frac{nk}{\frac{p_1 + p_2}{2} - a}$$

oder

$$p_2 = 2a + \frac{2nk}{C} - p_1 . -$$

Hiernach bleibt aber der Werth von p_2 nicht allein von p abhängig; es tritt sogar das Absurdum auf, dass bei gleichbleibender Ventilationsgrösse im Raume schliesslich um so weniger Kohlensäure vorhanden wäre, je mehr vom Anfange an darin war.

Der Vorzug einer bequemen Anwendbarkeit dieser Formel veranlasste mich nach einer Correctur zu suchen, durch welche der Gebrauch dieser Formel für die gewöhnlichen Beobachtungen weniger bedenklich erscheint. Man kommt der Wahrheit, wie mich zahlreiche rechnerische Versuche überzeugten, am meisten nahe, wenn man dem p_2 im Divisor ein Uebergewicht gegen p_1 ertheilt, wie sich dies ja aus der Natur der Sachlage erwarten liess; denn es muss sich der Kohlensäuregehalt längere Zeit in der Nähe von p_2 als von p_1 halten, da Diffusionsvorgänge anfänglich weit rascher als späterhin stattfinden. Dieses Uebergewicht wird um so bedeutender sein müssen, je stärker die Ventilation des Raumes und je länger die Versuchsdauer war, und kann natürlich immer nur durch rechnerische Versuche ermittelt werden. — Man wird im Allgemeinen an die durch die logarithmische Formel berechneten Resultate näher kommen durch folgende empirische Correctur:

$$C = \frac{nk + (p_1 - p_2)\frac{m}{T}}{\frac{p_1 + \mu p_2}{1 + \mu} - a},$$

wobei ich unter μ das für den jeweiligen Ventilationsmodus und die betreffende Versuchszeit T durch Seidel's Formel II neu zu bestimmende Uebergewicht verstehe. Für die λfache Versuchszeit würde sich darnach ergeben:

$$C = \frac{nk + (p_1 - p_2)\frac{m}{\lambda . T}}{\frac{p_1 + \lambda\mu p_2}{1 + \lambda\mu} - a}. —$$

Für die Grösse der Ventilation im Eisenbahnwagen (50 bis 200 Cubikmeter pro Stunde) stimmte am Besten die Anwendung eines 1.5fachen Uebergewichtes pro 1/4 Stunde der Versuchsdauer. —

Als Beleg mögen folgende Zahlen dienen:

Seidel	Kohlrausch	Fehler	modificirt	Fehler
		Cubikmeter		
49.6	49.9	— 0.3	49.2	+ 0.4
51.4	52.4	— 1.0	51.1	+ 0.3
177.4	120.5	+ 56.9	172.8	+ 4.6
126.4	145.7	— 19.3	139.5	— 13.1
59.5	90.7	— 31.2	55.8	+ 3.7
253.4	161.2	+ 92.2	213.2	+ 40.2
102.5	118.9	— 16.4	99.3	+ 3.2
45.9	48.9	— 3.0	44.6	+ 1.3
70.0	68.1	+ 1.9	69.8	+ 0.2
62.2 [1])	62.2	0	62.4	+ 0.2
28.1	29.1	— 1.0	27.5	+ 0.6
118.2	113.7	+ 4.5	121.9	— 3.7
160.0	153.8	+ 6.2	165.8	— 5.8
14.1	14.9	— 0.8	13.8	+ 0.3
121.1	107.8	+ 13.3	119.5	+ 1.6

1) Dieser Versuch dauerte nur 7 Minuten.

3. Die Berechnung der theoretischen Ausflussgeschwindigkeit.

Das specifische Gewicht der Luft hängt wesentlich von ihrer Temperatur ab; in Folge dessen sind in geschlossenen Räumen jederzeit Luftströmungen eingeleitet, deren Intensität von dem Betrage des Temperaturunterschiedes bedingt ist.

Die Uebergänge von warmer Luft in kalte und umgekehrt geschehen in einer Gesetzmässigkeit, und lässt sich die Geschwindigkeit derselben in folgenden zwei Gleichungen ausdrücken:

I. beim Ausströmen der kalten in warme Luft:

$$v = \sqrt{\frac{2\,gh\,(T - t)}{273 + T}}$$

II. beim Ausströmen der warmen in kalte Luft:

$$v = \sqrt{\frac{2\,gh\,(T - t)}{273 + t}}$$

Bedeutung der Termini:

v = die Ausströmungsgeschwindigkeit in Metern per Secunde;
g = die Acceleration (9.81);
h — die Höhe der kälteren Luftsäule. Da zufolge der Entwicklung der Formel die kältere Luftsäule eine gleich hohe warme aus dem Gleichgewicht und damit zum Ausströmen zu bringen sucht, kann auch die Höhe der wärmeren Luftsäule, wenn gerade diese bekannt ist, in Rechnung gesetzt werden, wie z. B. die Höhe eines Kamines, dessen Zug berechnet werden soll;
T = die Temperatur der warmen Luft;
t = die Temperatur der kalten Luft;
$273 = \frac{1}{\alpha}$ = der reciproke Werth des Ausdehnungscoëfficienten der Gase.

Obwohl diese Gleichungen „der theoretischen Ausflussgeschwindigkeit“ nur im Allgemeinen den Bewegungsvorgang zwischen zwei verschieden warmen Luftsäulen mathematisch darstellen, hat man dieselben practisch zu verwerthen gesucht, um den Zug in Kaminen oder die Grösse des durch Mantelöfen bedingten Luftwechsels zu berechnen.

Gegen die Anwendung der Formeln zu diesem Zwecke lässt sich der Einwand geltend machen, dass die Vernachlässigung der Reibungswiderstände in den wenigsten Fällen ohne wesentlichen Einfluss auf das Resultat ist. Am meisten wird ein Fehler in dieser

Hinsicht zu Tage treten müssen, wenn man den Zug in geschleiften Kaminen oder gar die Luftbewegung in Mantelöfen berechnen will, deren äussere Gestalt oder Construction manche Einschnürung mit sich bringt.

Wie Wolpert eine allgemeine Reibungsconstante (0.5) anzunehmen, könnte auch nur für eine bestimmte Kategorie von Ventilationscanälen zulässig, aber keineswegs für alle giltig erscheinen: der Coëfficient 0.5 ist auf das rechnerische Ergebniss von so grossem Einflusse, dass dessen Einführung und willkürliche Uebertragung auf Apparate zum Mindesten doch dann ungerechtfertigt erscheinen muss, wenn man von deren Reibungswiderständen keinen annähernden Begriff hat.

Die Construction der Formel hat nur die durch Gewichtsdifferenz involvirten Bewegungsvorgänge zweier Luftsäulen von verschiedener aber gleichmässiger Temperatur im Auge und nimmt nicht auf die Möglichkeit Bedacht, dass eine dieser Luftsäulen an sich selbst grosse Temperaturunterschiede zeigt, wie dies im Mantelofen, und bei allen Ventilationcanälen der Fall ist, welche als Motor eine Heizquelle haben.

Mancher wird sich der Verschiedenheit dieser Verhältnisse zumeist erst mit der Verlegenheit bewusst, wo die beiden für die Formel in Frage kommenden Temperaturen gemessen werden sollen. Bei dem nach aussen communicirenden Mantel wird die Luft im Freien die wärmere Luftsäule im Ofenmantel zu einer aufsteigenden Bewegung im Sinne der Formel veranlassen, während bei einem Mantel, welcher zur Mischung des Zimmerluft dient, neben der Temperatur der Luft im Mantel diejenige des Zimmers in Rechnung gesetzt werden muss. In beiden Fällen hat man wenigstens doch die mittlere Temperatur der Luft im Mantel zu bestimmen und würde es ebenso uncorrect sein, die Temperatur an der Ausströmungsöffnung des Mantels als die mittlere in die Formel einzuführen, als die ganze Höhe des Ventilationscanals einzusetzen; letzteres ist nur dann zulässig, wenn die Heizquelle sich nahe bei der Eintrittsöffnung befindet.

Wer je sich die Mühe gegeben hat, den Ventilationseffect eines gewöhnlichen Mantelofens lege artis zu bestimmen und vergleichs-

weise auch das Ergebniss aus der theoretischen Ausflussgeschwindigkeit zu berechnen, weiss, wie sehr von der Wirklichkeit der rechnerische Befund abweichen kann. Die Enttäuschung wird um so grösser sein, wenn man der unrichtigen Voraussetzung anheimgefallen war, dass mit der Intensität der Heizquelle die Ventilationsgrösse unbedingt wachse. Die Erhöhung der Temperatur vermag nur bis zu einem gewissen Grade die Geschwindigkeit zu steigern. weil diesem Motor in sich selbst dadurch eine Schranke gesetzt ist, dass zur Erwärmung der Luft im Mantel um so weniger Zeit bleibt, je rascher die kalte Luft von aussen nachrückt.

III. Der Ventilationsbedarf.

Die Hygiene fordert im Allgemeinen, dass die Luft eines Wohnraumes sich in ihrer Zusammensetzung jener der atmosphärischen Luft möglichst nähere, und steckt damit ein Ziel, das nur durch sofortiges Entfernen jedweder vom Bewohner gesetzten Verunreinigung und durch beständiges Auswaschen der verunreinigten Luft mit reiner erreicht werden könnte. Da aber Reinlichkeit und Luftwechsel in ihren Leistungen gewisse Grenzen haben, wird diese Anforderung fast zu einer idealen, und selbst der grösste Schwärmer für reine Luft wird einer minder guten Zimmerluft den Vorzug geben, wenn er keine andere Wahl hat als diese oder einen Aufenthalt bei Wind und Wetter in freier Luft. Ist es ja doch geradeso mit dem Trinkwasser, für dessen Unreinheit die eifrigsten Verfechter der Hypothese, dass Typhus und Cholera durch den Genuss verunreinigten Wassers entstehe, unversehens tolerant werden können wenn sie sich an die Grenze der Möglichkeit versetzt sehen, ein besseres zu schaffen.

Die tägliche Erfahrung lehrt, dass in bewohnten Räumen nie die gleiche Reinheit der Luft erzielt werden kann wie im Freien. Dem entsprechend hat sich der Mensch daran gewöhnt, in seiner Wohnung eine Luft noch als rein zu bezeichnen, welcher im Vergleich zur Luft im Freien man eigentlich dies Prädikat verweigern sollte; und er fühlt in derselben so lange sich wohl und behaglich als Reinlichkeit und Luftwechsel die Anhäufung von Aus-

dünstungsstoffen einigermaassen hintanhalten. Der Gesundheit ist aber erfahrungsgemäss eine Zimmerluft noch zuträglich, wenn beim Betreten und Bewohnen des Raumes weder das Gemeingefühl der Behaglichkeit alterirt, noch die Luft übelriechend befunden wird.

Im Eindrucke der Luft wäre sonach eine Grundlage für die Beurtheilung der sanitären Zulässigkeit gegeben, wenn auch eine je nach Individualität des Beobachters verschiedene.

Die Anforderungen an die Reinheit der Luft gehen oft weit auseinander; denn wie es mitunter überempfindliche Nasen gibt, welchen keine Luft rein genug erscheint, fühlt Mancher sich erst behaglich, wenn die ihn umgebende Luft für Andere anfängt aus Verunreinigung widerlich und gleichsam dick zu werden. Um nun ein von den Eigenthümlichkeiten vereinzelter Beobachter unabhängiges Kriterium zu bekommen, war es gut, eine Norm für die sanitäre Zulässigkeit im chemischen Verhalten der Zimmerluft zu suchen. Man wusste den Unterschied festzustellen zwischen einer allgemein noch als gut anerkannten Zimmerluft und der beim Luftwechsel einströmenden Luft aus dem Freien, und konnte so in Zahlen die Grenzen normiren, innerhalb welcher eine Unreinheit noch zu ertragen sei.

Die Veränderung, welche die Luft gewöhnlicher Wohnräume durch den Lebensprocess der Bewohner mit der Zeit erfährt, bezieht sich einerseits auf das Mischungsverhältniss, indem eine minimale Sauerstoffverminderung gegenüber einer Anhäufung von Kohlensäure und Wasserdampf eintritt, andererseits aber auch auf die Zusammensetzung in Folge des Hinzutretens organischer Exhalationsstoffe von unbekannter chemischer Constitution. Nur mit einiger Voreingenommenheit würde man sagen können, dass Wasserdampf und Kohlensäure, welche von Haut und Lungen abgegeben worden sind, nicht die gleichen Eigenschaften hätten wie Wasserdampf und Kohlensäure aus anderer Quelle, denn sie sind dadurch ebenso wenig sanitär verdächtig wie der Stickstoff und Sauerstoff, welche im Lungenluftwechsel schon einmal die Luftwege passirt haben. Es wird daher der Einfluss, welchen die veränderte Mischung auf die Gesundheit üben könnte, sich auf Grund der mit dem physiologischen Experimente ermittelten Thatsachen beurtheilen lassen; über die Schäd-

lichkeit der organischen Verunreinigung dagegen muss die pathologische Erfahrung zu Rath gezogen werden, da sie der experimentellen Prüfung bis jetzt noch nicht zugänglich war.

Der Stickstoff, der sich am Gasaustausch zwischen Blut und Luft so gut wie nicht betheiligt, hat hier nicht in Betracht zu kommen, da überdies die Luft in Wohnräumen am Stickstoffgehalt keine Veränderung erleidet. Auch von der an sich geringen Sauerstoffabnahme wird das Wohlbefinden keineswegs alterirt, weil der Sauerstoff im Blute grösstentheils chemisch gebunden wird, und desshalb die Aufnahme desselben, wenn nicht gerade andere Umstände den Lebensprocess stören, so lange fortdauert als der Sauerstoffvorrath des umgebenden Mediums ausreicht.

Durch die Angaben Wilh. Müller's über das Verhältniss der Kohlensäureausgaben zur Kohlensäurespannung im Athemraume lassen Viele sich bestimmen, die Schädlichkeit einer durch den Lebensprocess der Bewohner verdorbenen Zimmerluft im gesteigerten Kohlensäuregehalte zu suchen. Müller's Versuchsanordnung gibt nur über den Einfluss extremer Verhältnisse Aufschluss; dieselbe liefert zwar den schlagenden Beweis, dass die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute sistirt wird, sobald die Kohlensäurespannung der Luft im Athemraume jene des Lungenblutes erreicht, dagegen lässt die tägliche Erfahrung es zweifelhaft erscheinen, ob eine der Gesundheit schädliche Behinderung der Kohlensäureausgabe selbst durch ein längeres Verweilen in einer Luft eintritt, deren Kohlensäuregehalt im Vergleich zu dem der Atmosphäre zwar hoch, jedoch noch weit von der Spannung der Kohlensäure des Lungenblutes entfernt ist.

So ist es sowohl experimentell als empirisch festgestellt, dass der Mensch in einer Luft von viel höherem Kohlensäuregehalte als man in schlecht gelüfteten Räumen findet, lange Zeit ohne Nachtheil für seine Gesundheit verweilen kann. v. Pettenkofer [1]) hielt sich einige Stunden in einer 10 p. M. Kohlensäure haltigen Luft auf, ohne dass sein Wohlbefinden dadurch auch nur im Mindesten litt.

1) Annalen der Chemie und Pharmacie 1862, II. Supplementband pag. 6.

Forster[1]) gibt in seiner Abhandlung über den Zusammenhang der Luft in Boden und Wohnung an, dass ihm und Anderen in einem Wein-Gährkeller sogar das Einathmen von 40 p. M. Kohlensäure wenigstens für kürzere Zeit (während 10 Minuten) kaum Beschwerden verursacht habe. Die Bergleute in Kohlengruben zwingt der Beruf, sich Tag für Tag einem hohen Kohlensäuregehalte[2]) auszusetzen, es liegen jedoch keine Thatsachen vor dass die abnorme Beschaffenheit des Mediums, in dem sie während der Arbeit leben, gerade durch die Kohlensäure der Gesundheit Schaden bringe. Auf Grund englischer Beobachtungen gibt Hirt[3]) an, dass die Arbeiter nicht wesentlich unter dem stärkeren Kohlensäuregehalte der Grubenluft leiden, so lange derselbe nicht über 7 p. M. steigt.

Die Wasserverdunstung von Haut und Lungen hängt wesentlich vom Wassergehalte der Luft ab, in welcher man sich befindet. Man hätte sonach, damit nicht für den Lebensprocess unentbehrliche Ausscheidungen in ihrer Ergiebigkeit gestört werden, einen zu hohen Wassergehalt der Luft ängstlich zu verhüten, wenn nicht dem menschlichen Organismus ergänzende und stellvertretende Funktionen zu Gebote stünden, um äussere Einflüsse dieser Art. so lange sie sich innerhalb gewisser Schranken halten, unschädlich zu machen. Es wird eine vermehrte Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung einigermassen den Mangel der Entwärmung durch Wasserverdunstung von der Haut decken, und die Nieren werden die Wasserausgabe von Haut und Lungen übernehmen können. Ein Uebelbefinden zeigt sich erst dann, wenn nicht mehr die stellvertretenden Functionen ausreichen oder zur Geltung kommen: Ist die Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung unterdrückt. und gleichzeitig die Wasserverdunstung behindert, so stellt sich eine Störung des Wohlbefindens baldigst ein, so dass sich das Gefühl von Beengung und Lufthunger, welches Manchen in dicht

1) Zeitschrift für Biologie, Bd. XI, pag. 400.

2) Angus Smith gibt (nach Roth und Lex Handb. der Militärgesundheitspflege, Bd. I, pag. 176) den mittleren Kohlensäuregehalt in Kohlengruben zu 7.85 p. M an.

3) L. Hirt, Gewerbekrankheiten, Ziemssen's Handbuch Bd. I, pag. 429.

gedrängten Versammlungen schon bei wenig verunreinigter Luft überkommt, zumeist auf ungenügende Entwärmung zurückführen lässt. Gewiss ist auch der Wassergehalt der Luft, in welcher man lebt, für die Erhaltung der Gesundheit von Wichtigkeit, doch bewegt sich das sanitäre Maass der Feuchtigkeit innerhalb sehr breiter Grenzen, 50 bis 75 % des Sättigungsvermögens (relative Feuchtigkeit), und kommt zumeist weniger die direkte Schädlichkeit einer zu trockenen oder zu feuchten Luft in Frage als Folgeerscheinungen, wie unter Anderem vermehrter Staubgehalt bei zu trockener, nasse Wände durch Niederschläge des Wasserdampfes bei zu feuchter Luft.

Grosse Beachtung verdienen die organischen Bestandtheile der Ausscheidungen von Haut und Lungen, deren Schädlichkeit wahrscheinlich zunimmt, wenn sie in Wohnräumen sich zersetzen können. Der eingehenden experimentellen Bearbeitung, z. B. durch Infektionsversuche, waren übrigens dieselben noch eben so wenig zugänglich, als es möglich war, das schädliche Agens, welches sie in sich schliessen, durch die chemische Analyse darzustellen. Es ist statistisch nachweisbar, dass die fortgesetzte Einathmung einer durch die Exhalationsprodukte der Bewohner verdorbenen Luft von nachtheiligem Einflusse auf die Gesundheit ist, indem sie wahrscheinlich die Widerstandsfähigkeit gegen krankmachende Agentien herabsetzt (v. Pettenkofer)[1]), wie die Beobachtung an Bewohnern schlecht gelüfteter Räume lehrt.

Die Erklärung, wie diese Einwirkung statt hat, ist noch im Bereiche der Hypothese. v. Pettenkofer[2]) drückt sich darüber folgendermassen aus: „Es ist denkbar und sogar wahrscheinlich, dass manche der bei der Respiration und Perspiration entstehenden organischen Dämpfe nur eine sehr geringe Tension haben, dass also die Luft für sie sehr bald den Sättigungspunkt erreicht und dem Organismus nichts weiter davon abnehmen kann, wenn sie nicht wieder rasch gewechselt und erneuert wird. Das Zurückbleiben, die Anhäufung dieser Dämpfe im Körper, so gering auch ihre Menge sein mag, kann ebenso leicht auf gewisse Nervenpartien und durch

1) v. Pettenkofer, Ueber den Luftwechsel in Wohngebäuden, pag. 108.
2) Annalen der Chemie und Pharmacie, l. c. pag. 5.

diese selbst auf den gesammten Stoffwechsel wirken, als sie in die Luft übergegangen auf unsere Geruchsnerven wirkt und uns unter Umständen selbst zum Erbrechen reizt."

1. Die Bestimmung des Grenzwerthes.

Die Produktion von Wasser, organischen Substanzen und Kohlensäure findet einerseits proportional der Anzahl der Bewohner statt, andererseits zeigen aber auch diese Produkte unter sich selbst eine gewisse Proportionalität, so dass man aus der Bestimmung des einen auf die Grösse des andern schliessen kann.

Wollte man den Wassergehalt der Zimmerluft als Maass für die durch Respiration und Perspiration gesetzte Luftverunreinigung benützen, so erweisst sich derselbe beeinflusst von dem hygroskopischen Verhalten der Wandungen und Utensilien und vom Wassergehalte der von aussen einströmenden Luft, welcher grossen Schwankungen unterliegt. Noch grössere Schwierigkeit würde, abgesehen vom Mangel einer Methode, die direkte Bestimmung der organischen Substanzen finden, weil es sich hier nur um äusserst minimale Mengen handelt, deren quantitative Ermittlung, da man nicht sehr grosse Volumina Luft in Arbeit nehmen kann, ebensowenig gelingen dürfte, als man jene überaus kleinen Mengen Moschus zu bestimmen vermag, auf welche der menschliche Geruchsinn in einer Zimmerluft schon aufmerksam wird.

Aus diesem Grunde hat v. Pettenkofer, dem[*] man diese Basis der wissenschaftlichen Bearbeitung der Ventilationsfrage verdankt, die Kohlensäure als Massstab für den Grad der Luftverunreinigung gewählt, welche schon mit einem kleinen Luftvolumen nach seiner Methode rasch und sicher ermittelt werden kann. Wenn man extreme Witterungsverhältnisse ausser Rechnung lässt, sind es nur enge Grenzen, innerhalb welcher der Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft schwankt, so dass man den bekannten mittleren Kohlensäuregehalt des Ortes, an welchem man die Luft in Wohnräumen untersucht, in Vergleich setzen darf. Jedoch kommt der Kohlensäuregehalt der Luft im Freien nur bei freistehenden Lokalitäten in Frage, weil die in Wohnräume eines Hauses einströmende Luft, wie schon pag. 591 bemerkt wurde, in Folge der

Beimischung von Luft aus dem Boden und dem Wohngebäude selbst an ihrer Reinheit schon Einbusse erlitten hat. Zum Nachweis des Grades der Luftverunreinigung in bewohnten Räumen ist es immerhin erlaubt, sich auch für das eintretende Luftgemische eines constanten Mittelwerthes zu bedienen, so dass nur in aussergewöhnlichen Fällen es geboten erscheint, den Kohlensäuregehalt der eintretenden Luft eigens zu bestimmen. Ebenso darf die Möglichkeit einer Absorption von Kohlensäure im Raume, welche höchstens durch das Kalkhydrat der Wände in Frage kommen könnte, vernachlässigt werden, weil sie, zumal wenn nicht in Neubauten untersucht wird, eine schon wegen der Kürze der Zeit des Versuches zu minimale Grösse ist. —

Bei der Feststellung solcher Zahlen leitet zunächst der Grundsatz, dass die sorgfältigste Reinlichkeit im Wohnraume als erste Bedingung für die Salubrität der Luft zu betrachten ist, und die Ventilation nur jene Luftverunreinigung zu beseitigen hat, welche durch die Ausscheidungen von Lungen und Haut des Bewohners entsteht.

Nicht selten zeigen die behandelnden Aerzte in Hospitälern sich darüber noch im Unklaren, wie weit man in den Anforderungen an den Luftwechsel gehen darf. So wird über die Ventilationseinrichtung geklagt, und ohne Grund deren Leistung für ungenügend erklärt, wenn ein sonst durch gute Luft sich auszeichnender Saal dadurch übelriechend wird, dass man ihn ausschliesslich mit solchen Kranken belegt hat, die putrid eiternde Wunden haben, oder viel unter sich gehen lassen. Gegen den Gestank des von putridem Eiter durchsetzten Verbandzeuges wird man aber mit der Ventilation ebenso vorgeblich ankämpfen, als gegen die Ausdünstungen der mit Koth und Harn besudelten Bettwäsche: hier hilft nur der häufige Wechsel des Verbandes und die rascheste Erneuerung des Bettzeuges, mit einem Worte — die Reinlichkeit!

Auch die Anforderung an die Leistungen einer Ventilation hat ihre Grenzen. Unter Anderem scheint es mir zum mindesten ein naives Begehren, dass die Ventilation in Krankensälen auch dazu da sei, die in die Luft gerathenen niederen Organismen hinaus

zu blasen. Würde doch ein Luftstrom, der stark genug wäre, diese Purification der Luft zu vollbringen, wegen der nöthigen hohen Geschwindigkeit schon für Gesunde unerträglich sein, und hätte überdies in Frage zu kommen, ob nicht durch ein solches Verfahren die Poren der Mauern und die anderen Luftwege, in welchen sich solche Keime unausbleiblich festsetzen, zu Brutstätten für die gefürchtetsten Wundkrankheiten werden könnten.

Wozu gerade der Ventilation diese Aufgabe stellen, gibt es denn gar kein Mittel, solche Zündstoffe in den Medien ihrer Verbreitung zu vernichten oder sie wenigstens von den Wunden des Einzelnen ohne Nachtheil für Andere fern zu halten? Ich dächte doch, dass nach Lister's Vorgang die Resultate der Wundbehandlung sich allerwärts bessern liessen, ohne dass man die Keime aus dem Lazareth bläst.

Vorderhand ist an Lister's Methode nur zu beklagen, dass ein Carbolsäuregeruch der Luft, welche man athmen soll, mit in den Kauf genommen werden muss, und will es mich fast bedünken, dass an manchen Orten noch ein ungleich höherer Werth auf die Imprägnirung der Luft mit Carbolsäure gelegt wird, als auf die ängstlichste Reinlichkeitspflege, welche auch das Verfahren Lister's im Heilerfolge wesentlich zu unterstützen vermag. —

Wohl betheiligt sich der Luftwechsel auch an der Beseitigung von Emanationen, welche nicht von der Respiration und Perspiration kommen; da man aber bei der Feststellung des Ventilationsbedarfes nur auf die ganz unvermeidliche Luftverderbniss dieser Art Bedacht nehmen kann, wird durch die Aufbürdung des durch Scheuern, Waschen und Reinlichkeit überhaupt entfernbaren Unrathes, der Ventilationsapparat nicht die gleiche Reinheit der Luft bewahren können, als wenn die Gebote der Reinlichkeit gewissenhaft beachtet würden, welche ja selbst die Wundbehandlung im Freien nicht ausser Kraft setzt.

Bei der Bestimmung der Kohlensäurenorm, welche einer guten und reinen Zimmerluft entspricht, und beim Feststellen des Grenzwerthes darf man die Beurtheilung der Luft nicht einem Einzelnen überlassen, sondern es kann nur der Eindruck maassgebend sein, welchen mehrere an Reinlichkeit und gute Luft gewohnte Personen

von ihr bekommen. Es soll ausser den Bewohnern keine andere Kohlensäurequelle vorhanden sein, und ist ferner zu beachten, dass für diesen Zweck nur Räume sich eignen, die an sich geruchlos sind oder wenigstens so indifferent riechen, dass die Beobachtung nicht gestört werden kann; denn die Wahrnehmung von Gerüchen, welche von der Localität ausgehen, lässt sich zumeist nicht sicher von jenem Eindrucke der Luft trennen, der hier nur in Betracht kommen soll.

Unter Beachtung dieser Cautelen ermittelte v. Pettenkofer durch eine längere Versuchsreihe die Grenzwerthe für die Luft in grösseren Wohnräumen, und kam zu dem Schlusse, dass

> jede Luft als schlecht und für einen beständigen Aufenthalt als untauglich zu erklären sei, welche in Folge der Respiration und Perspiration der Bewohner mehr als 1.0 p. M. Kohlensäure enthält, und dass
>
> eine gute Zimmerluft, in welcher der Mensch erfahrungsgemäss auf längere Zeit sich behaglich und wohl befinden kann, keinen höheren Kohlensäuregehalt als 0.7 p. M. hat. —

---

2) Die Berechnung des Ventilationsbedarfs.

Der Ventilationsbedarf stellt sich verschieden hoch je nachdem man eine Luft verlangt, die vollkommen den Eindruck der Reinheit macht, oder eine Luft, deren Verunreinigung wenigstens das Maass der sanitären Zulässigkeit nicht überschreitet. Selbstverständlich wird man stets anstreben, die Luft möglichst rein zu erhalten und den Ventilationsbedarf zunächst derart stellen, dass er dieser Intention vollkommen entspricht. Wenn sich aber Schwierigkeiten in der Beschaffung der Luft einstellen sollten, und es sich nicht um einen ständigen Aufenthalt in solcher Luft handelt, wird es kein Verstoss gegen die Regeln der Gesundheitslehre sein, dass man mit einer Luft sich begnügt, deren Kohlensäuregehalt zwischen 0.7 p. M. und der äusseren Grenze 1.0 liegt.

Ausser dem Grenzwerthe (*p*) braucht man zur Berechnung die Zahlenangaben über die Kohlensäureproduction per Kopf und Stunde (*k*) und den Kohlensäuregehalt der einströmenden Luft (*q*). Beim Normiren des Ventilationsbedarfs, welchen man nicht zu karg bemessen darf, kommt aber die Berechtigung zur Annahme von Mittelwerthen nur insoferne in Frage, als den Leistungen der Ventilation Schranken gesetzt sind, durch welche es geboten erscheint, dass man die Forderungen in der Grösse der stündlichen Luftzufuhr nicht übertreibe.

Es sind unbedingt die Unterschiede zu vernachlässigen, welche man in der Grösse der Kohlensäureausscheidung kräftiger und schwächlicher Individuen des gleichen Alters bei verschiedener Kost und Temperatur, zwischen Tag und Nacht findet; man wird in gemeinsamen Wohnräumen für die Frau die Kohlensäureentwicklung eines Mannes mit in Rechnung bringen, und für alle Räume, welche bald der Ruhe bald der Arbeit dienen, den Ventilationsbedarf so stellen, als ob man ausschliessliche Arbeitsräume vor sich hätte. Demgemäss erscheint es gerechtfertigt, dass man für den erwachsenen Menschen in Wohngebäuden ohne Unterschied des Geschlechtes und Ernährungszustandes als stündliche Kohlensäureausgabe nach v. Pettenkofer und C. Voit 22.6 Liter Kohlensäure in Anschlag bringt, in Arbeitsräumen dagegen 36.3 Liter.

Für Eisenbahnwagen, sei es des gewöhnlichen Personenverkehrs oder des Krankentransports, genügt es, die Kohlensäureausscheidungen eines kräftigen Mannes bei mittlerer Kost und Ruhe mit 22.6 Liter als Mittelwerth anzunehmen.

Der Kohlensäuregehalt der einströmenden Luft wird, wie bei der Berechnung des Ventilationseffects zu 0.5 p. M. für Wohngebäude und 0.4 p. M. für Eisenbahnwagen gerechnet und erscheint diese Annahme um so mehr gerechtfertigt, als durch dieselbe unter keinen Umständen der Ventilationsbedarf einen Abzug erleidet. Ein Ueberschuss der Luftzufuhr ist stets willkommen und soll dazu dienen, die Luftverunreinigung durch Beleuchtung und derartige unvermeidliche Quellen zu beseitigen.

Die Berechnung kann auf verschiedene Weise geschehen. Roth

und Lex[1]) bedienen sich folgender einfachen Gleichung, deren Entwicklung keiner näheren Erklärung bedarf.

$$\text{I.} \qquad 1000 : 0.7 = x : (0.0226 + 0.0005\ x)$$
$$x = 113 \text{ Cubikmeter;}$$

$$\text{II.} \qquad 1000 : 1.0 = x : (0.0226 + 0.0005\ x)$$
$$x = 45.2 \text{ Cubikmeter.}$$

Schultze und Märcker[2]) berechneten den Ventilationsbedarf aus der Formel:

$$y = \frac{k}{p - q}$$

welche aus Kohlrausch's Formel (pag. 589) abgeleitet ist.

Bedeutung der Termini:

y = der Ventilationsbedarf in Cubikmeter;
k = die per Stunde ausgeathmete Kohlensäure in Cubikmeter;
p = der Grenzwerth;
q = der Kohlensäuregehalt der einströmenden Luft.

$$\text{I.} \qquad y = \frac{0.0226}{0.0007 - 0.0005} = 113 \text{ Cubikmeter,}$$

$$\text{II.} \qquad y = \frac{0.0226}{0.001 - 0.0005} = 45.2 \text{ Cubikmeter.}$$

v. Pettenkofer hat der Berechnung des Ventilationsbedarfs in seiner Abhandlung über den Luftwechsel in Wohngebäuden andere Zahlen zu Grunde gelegt, weil damals (1858), als diese Arbeit entstand, der Respirationsapparat noch fehlte, durch welchen man erst die ausgeschiedene Kohlensäuremenge genau bestimmen konnte. Um nicht durch zu hohe Anforderungen das beginnende Interesse für Ventilationsanlagen abzuschrecken, begnügte sich v. Pettenkofer mit der Annahme von Minimalwerthen und rechnete folgendermassen:

---

1) Handbuch der Militärgesundheitspflege, Bd. I, pag. 221.

2) l. c. pag. 274.

Wenn in einem Wohnraume die Luft den Eindruck der Reinheit und Güte beim Betreten und Bewohnen machen soll, darf ihr Kohlensäuregehalt nicht über 0.7 p. M. betragen und daher die mit 0.5 p. M. Kohlensäure eintretende Luft nur eine Zunahme von 0.2 p. M. erfahren. Sonach kann bei dieser Grenze die frische Luft nur 0.2 p. M. Kohlensäure aus der ausgeathmeten Luft aufnehmen, und muss zu jedem Volum der mit 40 p. M. Kohlensäure ausgeathmeten Luft

$$\frac{40}{0.2} = 200 \text{ Volumina oder}$$

das 200fache Quantum frischer Luft hinzutreten. Wenn nun ein Mensch per Stunde im Mittel 300 Liter Luft ausathmet, werden für ihn

$$300 \times 200 = 60\,000 \text{ Liter} = 60 \text{ Cubikmeter}$$

als stündlichen Luftwechsel nöthig.

Werden diesem rechnerischen Verfahren genauere Angaben über Kohlensäuremenge und Athemvolum zu Grunde gelegt, so kommt man zu einem wesentlich höheren Ventilationsbedarf.

Nach Vierordt beträgt der mittlere Kohlensäuregehalt der Exspirationsluft 43.34 p. M. und das Volum der bei jedem ruhigen Athemzuge exspirirten Luft im Mittel 500 Cubikcentimeter. Die Frequenz der Athemzüge bei ruhiger Respiration überschätzt man keinesfalls, wenn man gestützt auf die zahlreichen Beobachtungen Hutchinson's sie zu 1050 per Stunde annimmt.

Gegenüber diesen Voraussetzungen bedarf es einer 216.7 fachen Zufuhr frischer Luft zur Espirationsluft, wenn man in Wohngebäuden nur 0.7 p. M. Kohlensäure als Grenze der Luftverunreinigung dulden will, und wird die Grösse des Luftwechsels

$$525 \times 216.7 = 113.8 \text{ Cubikmeter}$$

per Kopf und Stunde betragen müssen, welcher Ventilationsbedarf nur wenig von dem auf andere Weise gefundenen differirt.

Die folgenden zwei Berechnungsarten sind von den vorhergehenden dadurch wesentlich verschieden, dass sie den Luftcubus (m) in Rechnung ziehen. Nach der vorausgeschickten Erörterung wird dies aber nur innerhalb gewissen Grenzen den Verhältnissen entsprechen, weil der Grenzwerth für kleinere Räume anders gestellt werden muss als für grössere. Eine dieser Formeln zeigt noch die weitere Eigenthümlichkeit, dass sie ausser der Kohlensäureausgabe noch die entwickelte Menge Wasserdampf berücksichtigt.

Kohlensäure		0.0200	Cubikmeter
Wasserdampf und sonstige Hautausdünstung . .		0.0123	„
	$k_, =$	0.0323	Cubikmeter
für Hospitäler	$k_, =$	0.04	Cubikmeter
für Gebärhäuser u. chirurgische Abtheilungen	$k_, =$	0.06	„

Wir erachten es nicht für zulässig in einem Terminus ($k_,$) zwei in physikalischer Beziehung völlig differente Stoffe zusammenzufassen, dagegen im Grenzwerthe sowohl als bei der Beschaffenheit der eintretenden Luft nur den Kohlensäuregehalt zu beachten.

Des leichteren Verständnisses halber wurden in die nachstehenden Formeln die Termini Kohlrausch's eingeführt.

Formel de Chaumont's[1]):

$$\frac{k - q}{p - q} m = v \quad ; \quad v - m = y$$

Formel General Morin's[2]):

$$y = \frac{k_, - m\,(p - q)}{p - q}$$

---

3) Grenzwerth und Ventilationsbedarf für Eisenbahnwagen.

Ehe wir eigene Erfahrungen über den Luftwechsel in Eisenbahnwagen hatten, blieb keine andere Wahl als den Ventilationsbedarf wie ihn v. Pettenkofer für den Luftwechsel in Wohngebäuden normirt hatte, auch für diesen concreten Fall gelten zu lassen.

Im Laufe der Untersuchungen war uns bei Probefahrten mehrfach aufgefallen, dass man allgemein den Eindruck der Waggonluft noch gut bezeichnet hatte, wenngleich ihr Kohlensäuregehalt höher gewesen war als für den Luftwechsel in Wohngebäuden sanitär zulässig erscheint.

1) Parkes pratical Hygiene, 4. Aufl. 1873, pag. 136. — Lancet Sept. 1866. De Chaumont gibt in seinen Lectures on state medicine (London 1875 eine andere Formel an, welche (abgesehen von der Verschiedenheit in den Bezeichnungen) mit jener von Schultze-Märcker identisch ist.

2) Comptes rendus Bd. 77, pag. 316, 1873 VIII.

Fahrt	Kohlen-säure p. M.	Temper. im Wagen ° Cels.
nach Lindau	1.23	16.2
	1.37	17.5
nach Kirchseeon	1.71	19.0
	1.23	17.5
	1.85	18.0
	1.73	16.4
	1.77	16.4

Angesichts dieser Zahlen musste man sich fragen, ob die für Wohnräume giltigen Grenzwerthe auf die Verhältnisse in einem Waggon übertragbar sind, der per Kopf einen sehr kleinen Luftkubus bietet. Es war diese Frage um so mehr geboten, als v. Pettenkofer die Grenzwerthe nur für grössere Wohnräume (Wohnzimmer, Schul- und Krankensäle etc.) fixirt hat; für kleinere und mit mehr Menschen belegte Räume waren die Grenzen auf der gleichen empirischen Grundlage erst zu machen.

Die irrthümliche Voraussetzung, dass es Aufgabe der Ventilation sei, jedwede Verunreinigung der Luft zu beseitigen, würde bald zur Enttäuschung führen, wenn es gilt, Eisenbahncoupés oder gar Eisenbahnlazarethwagen bei guter Luft zu erhalten; Schon die Wagen des gewöhnlichen Verkehrs, besonders wenn dieselben gepolstert sind, und als Rauchcoupés gedient haben, sind an sich nicht selten schon eine Quelle der Verunreinigung der Luft, welche an Leistungsfähigkeit einen starken Luftwechsel zu überbieten im Stande ist. Noch mehr wird sich in den dem Verwundetentransporte dienenden Wagen, besonders im Bettzeug, reichliches Material zur Luftverpestung aufstapeln, indem die Mitfahrenden oft nach monatelanger Entbehrung der Hautpflege im Lazarethzuge das erste Bett finden. Die Beseitigung eines solchen von der Localität selbst ausgehenden Geruches kann aber hier um so weniger die Aufgabe der Ventilation sein, als eine Steigerung des Luftwechsels über das Maass der absoluten Nothwendigkeit für die Passagiere anderweitige Nachtheile involvirt, welche weiter unten besprochen werden sollen

Bei den erwähnten Fahrten nach Lindau und Kirchseeon hatten die Wagen dieser ersten Bedingung der Salubrität entsprochen, bei der zur endgiltigen Entscheidung der vorliegenden Frage gemachten Fahrt mit einem Postzuge nach Augsburg nur auf der Hinfahrt. Wir bedienten uns des Coupés für die Nichtraucher, welchen man auf der Rückfahrt, wenn unsere Nasen nicht trogen, ein ausgedientes Rauchercoupé angewiesen hatte.

	Versuchs-Nummer	Zeit	Temperatur im Freien	Temperatur im Wagen	Personen im Wagen	Kohlensäure p. M.	Bemerkungen
		11 Uhr Abfahrt	°C	°C			
Hinfahrt	1	11h25	10.0	Sonnenseite — 5.8	3	3.24	Luftschieber und Fenster geschlossen.
	2	12h1′	15.5		3	2.53	
	3	12h31′	18.0		4	2.72	
	4	12h39′	18.5		4	2.87	
	5	1h—′	20.0		3	2.53	
		1h40′ Abfahrt	18.0				
Rückfahrt	6	1h40′	14.6	Schattenseite — 7.8	4	2.13	
	7	2h28′	15.8		4	2.38	
	8	3h15	18.0		4	1.79	Luftschieber offen.
	9	3h20	16.5		5	1.50	Ausserdem ein Fenster zur Hälfte geöffnet.

Zu diesen Kohlensäurebestimmungen war der Eindruck notirt worden, welchen die Luft sowohl beim Betreten als nach längerem Aufenthalte im Wagen auf mehrere Beobachter und die Wageninsassen gemacht hatte. Wir waren überrascht, in einer Luft, die von den im Wagen befindlichen Personen einstimmig noch als gut bezeichnet worden war, einen Kohlensäuregehalt zu finden, welcher das Maass der Zulässigkeit für gewöhnliche Wohnräume weit überschritten hatte. Beim Betreten des Coupés war die Luft schon von Versuch Nr. 1 an nicht mehr als rein, jedoch erst von Versuch Nr. 3 an als übelriechend befunden worden, während die im Wagen befindlichen Personen nur zwischen Nr. 4 und Nr. 5 und zwar mit dem Steigen der Temperatur auf 20° C. sich weniger behaglich fühlten; auch zwischen Versuch Nr. 7 und Nr. 8 machte

sich die Temperatursteigerung in dieser Weise geltend. Dass die Höhe der Temperatur (wohl in Folge der höheren Tension des Wasserdampfes und der vermehrten Luftfeuchtigkeit) den Eindruck der Luft wesentlich beeinflusst, hatten wir schon auf einer Fahrt nach Tutzing gesehen, auf welcher die Luft bei verhältnissmässig niederem Kohlensäuregehalte unerträglich drückend geworden war. Es ist dieses eine Erfahrung, die man in Versammlungsräumen, Theatern und Concerten täglich machen kann. Das Gefühl der ungenügenden Entwärmung lässt eine Luft unrein erscheinen, welche diesen Eindruck bei einer weniger hohen Temperatur noch nicht machen würde.

Im Versuche Nr. 9 war der Eindruck der Luft auf die Insassen ein guter und der Geruch, der von der Localität selbst ausging nur beim Betreten wahrnehmbar.

Wenn wir zu diesem noch das übrige Beobachtungsmaterial von sieben Probefahrten behufs Entscheidung der vorliegenden Frage beiziehen, und mit den Erfahrungen vergleichen, welche man über das Verhältniss des Kohlensäuregehaltes zur Beschaffenheit der Luft in bewohnten Räumen hat, wird es uns zur Ueberzeugung, dass

> die Luft in Eisenbahnwagen noch rein und gut bezeichnet werden kann, so lange der Kohlensäuregehalt nicht mehr als 1.0 p. M. beträgt, und dass eine Verunreinigung der Wagenluft sanitär soweit noch zulässig erscheint, als dieselbe den im Kohlensäuregehalte von 1.5 p. M. zu gebenden Grenzwerth nicht überschreitet.

Dem entsprechend setzen wir den Ventilationsbedarf herab: Ein Luftwechsel von 38 Cubikmeter pro Kopf und Stunde reicht hin, die Luft im Wagen so rein zu erhalten, dass die Insassen selbst auf längere Dauer sich darin wohl und behaglich fühlen können; im äussersten Falle wird aber ein Luftwechsel von 21 Cubikmeter genügen, um wenigstens jenen Grad der Luftverschlechterung hintan zu halten, der Unbehagen erzeugt, und bei längerem Aufenthalte der Gesundheit Schaden

bringt.[1]) Der Ventilationsbedarf von 38 Cubikmeter trägt noch dem im Verwundetentransport-Wagen unvermeidlichen Tabakrauchen Rechnung. —

4) Der Luftcubus.

Man meint gewöhnlich, dass für einen grösseren Raum eine geringere Luftzufuhr genüge, um die Luftverunreinigung unter der bezeichneten Grenze zu halten, weil dem Bewohner ein „Luftvorrath" geboten sei, von dem er zehren könne.

Wer wollte bezweifeln, dass bei gleicher Zahl der Bewohner, im Falle der Luftwechsel ganz ausgeschlossen ist, früher im kleineren Raume als im grösseren die Luftverunreinigung jenen Grad annimmt, der nach längerem Aufenthalte der Gesundheit Schaden bringen kann. Gar zu bald wird aber bei fortdauernder Quelle der Luftverschlechterung dieser Vorzug des grösseren Luftcubus im Stiche lassen und auch hier der Kohlensäuregehalt die Grenze der Zulässigkeit überschreiten. Ist es doch einer der ersten Grundsätze der Ventilationslehre, dass man mit dem Raume allein, ohne gleichzeitigen Luftwechsel der Verschlechterung der Luft nicht vorbeugen kann: es bedarf ein grosser Raum, so gut wie ein kleiner, der Lüftung, wenn die relative Reinheit der Luft gewahrt werden soll.

Es wurde als Thatsache anerkannt, dass von zwei ungleich grossen Wohnräumen bei gleicher Zahl und Aufenthaltsdauer der Bewohner die Luft des kleineren stärker verunreinigt ist, wenn ein Luftwechsel während des Versuches nicht stattgefunden hat. Um dieses Verhältniss in Zahlen auszudrücken, wollen wir den Wohnraum *A* zu 30, den Wohnraum *B* zu 90 Cubikmeter annehmen, und lassen in denselben je zwei erwachsene Menschen eine Stunde lang geathmet haben; die Luft habe im Beginne des Versuches 0.5 p. M. Kohlensäure enthalten und producirt wurden in jedem

---

1) Einer brieflichen Mittheilung über den Ventilationsbedarf in Eisenbahnwagen, welche von Hrn. R. Schmidt publicirt worden ist, und einer Angabe auf dem Congress für Hygiene und Rettungswesen zu Brüssel (Section II Div. B.) waren noch in der Berechnung die Minimalwerthe v. Pettenkofer's zu Grunde gelegt.

Raume pro Kopf 23 Liter; im Ganzen also 46 Liter Kohlensäure. Diese 0.046 Cubikmeter Kohlensäure vertheilen sich im kleineren Raume *A* auf 30 Cubikmeter Luft, und berechnet sich mit Berücksichtigung der vorhandenen Kohlensäure nach Ablauf des Versuches der Kohlensäuregehalt auf 2.0 p. M., dagegen im Raume *B* auf 1.0 p. M. —

Lässt man nun die Lüftung vor sich gehen, so wird für jeden mit 0.0005 Cubikmeter Kohlensäure eintretenden Cubikmeter athmosphärischer Luft ein Cubikmeter Luft austreten:

$$\text{bei } A \text{ mit } \frac{0.0005}{30} + 0.002 = 0.002017 \ldots \text{ Cubikmeter } CO_2$$

$$\text{bei } B \text{ mit } \frac{0.0005}{90} + 0{,}001 = 0.001006 \ldots \text{ Cubikmeter } CO_2$$

somit der gleiche Luftwechsel beim kleineren Raume auf die Verbesserung der Luft ergiebiger wirken als beim grösseren.

Man hat oft Gelegenheit, auf Eisenbahnfahrten sich zu überzeugen, dass das Oeffnen der Luftschieber in einem mit Tabaksqualm gefüllten Coupé die Luft ausserordentlich verbessert. Nach später mitzutheilenden Untersuchungen ist aber im quantitativen Sinne der Werth dieser Ventilationsvorkehrung an sich gering. Wie wollte man dieses Räthsel anders lösen, als mit obiger Rechnung, die sich übrigens noch durch folgendes Experiment stützen lässt.

Wenn man zwei Glascylinder, von denen der eine *A* einen Liter, der andere *B* etwa drei Liter fasst, mit Wasser füllt, und zu jedem die gleiche Menge eines Farbstoffes, z. B. verdünnte Indigolösung, gibt, so ist annähernd das Verhältniss dargestellt, das man in dem oben angenommenen Ventilationsversuche gehabt hat. Auch hier ist die Verunreinigung im kleineren Gefässe *A* grösser als in *B*. Dieses Verhältniss kehrt sich aber bald um, wenn man versucht die Färbung durch Zufuhr eines gleich starken Stromes Wasser auszuwaschen. Es genügt bei *A* eine bei Weitem geringere Menge Wasser, um die Indigofärbung zum Verschwinden zu bringen. —

Wir haben bis jetzt nur den Fall in Erwägung gezogen, dass mit dem Beginne des Luftwechsels man aufhört, die Luft weiter zu verunreinigen. Wird aber z. B. in dem mit Tabaksqualm gefüllten Coupé weiter geraucht, so erweist sich zumeist der durch die Luftschieber vermittelte Luftwechsel ungenügend, und wird sich in einem Coupé der Tabaksqualm, welchen zwei Raucher produciren, dichter anhäufen als in einem Salonwagen mit der gleichen Ventilation; denn der in jedem Zeittheilchen producirte Tabaksqualm vertheilt sich im Salonwagen auf etwa 30 Cubikmeter, während er sich im Coupé nur mit 6 Cubikmeter Luft mischen kann. Auch nach längerer Zeit muss bei gleicher Zahl der Bewohner und bei gleich grossem Luftwechsel die Luft im kleineren Raume stärker verunreinigt sein als im grösseren, weil im Verhältniss zum Luftcubus fortwährend eine Ueberproduktion jener Stoffe, welche die Luft verunreinigen, stattfindet, ohne dass der oben nachgewiesene Vorzug der raschen Beseitigung wirksam genug wäre, um nach und nach den gleichen Zustand der Luft wie im grösseren Raume herzustellen. —

Jener Vortheil des kleineren Raumes, dass der Luftwechsel in jedem kleinsten Zeittheilchen, gegenüber der in stärkerem Maasse stattfindenden Verunreinigung, eine grössere Menge der Luft verderbenden Stoffe entfernt als aus dem grösseren, macht sich übrigens immerhin geltend; denn es ist im Raume A, dessen Luftcubus ein Drittel des Raumes B beträgt, der Eindruck der Luft, nachdem sich unter gleichen Ventilationsverhältnissen zwei Menschen einige Stunden in beiden aufgehalten haben, in der Regel nicht ungünstiger. Auch kommt es nicht zum dreifachen Kohlensäuregehalte, selbst, wenn man den Versuch sehr lange fortsetzen würde, und verhalten sich die Ventilationsgrössen, welche nöthig wären, um in beiden Räumen den Kohlensäuregehalt der Luft nicht den Grenzwerth übersteigen zu lassen, nicht umgekehrt proportional zu den Raumgrössen, wie man a priori anzunehmen geneigt ist.

Man wird uns fragen, warum die Luft des kleineren Raumes nicht im Verhältniss zur grösseren Verunreinigung übel riecht. —

Der Grund mag wohl darin liegen, dass der Eindruck der Luft in bewohnten Räumen weniger von Riechstoffen bedingt ist,

welche direkt aus dem Lebensprocesse der Bewohner kommen, als von Zersetzungsprodukten der Exhalationsstoffe, und dass im kleineren Raume fast nur die Verunreinigung der Luft mit frischen Produkten der Respiration und Perspiration empfunden wird, weil der rasche Luftwechsel zu Zersetzungsvorgängen keine Zeit lässt. Man wird in dieser Annahme bestärkt nicht allein durch den auffälligen Befund, dass die Luft in Eisenbahnwagen mit 1.5 p. M. Kohlensäure noch kaum den widerlichen Eindruck macht wie die Zimmerluft schon bei 1.0 p. M., sondern auch durch die Erfahrung bei Versuchen mit dem v. Pettenkofer'schen Respirationsapparate. Aus den Versuchsprotocollen, von welchen uns Herr Professor Dr. C. Voit gütigst hat Einsicht nehmen lassen, geht hervor, dass die Luft im Respirationskasten über 1.0 pr. M. Kohlensäure haben kann, ohne beim Betreten oder Bewohnen Unbehagen zu erzeugen.

Gerade, weil weniger die Anhäufung frischer Ausdünstungsstoffe als deren Zersetzung es ist, welche das Wohlbefinden stört und sanitäre Bedenken erregt, halten wir es für zulässig, den Ventilationsbedarf für Eisenbahnwagen herabzusetzen.

Es werden unsere auf Probefahrten lege artis gemachten Kohlensäurebestimmungen nachweisen, dass die Ventilationstechniker Grund haben, sich dieser Herabminderung zu freuen, in Anbetracht der grossen Schwierigkeit, Einrichtungen zu treffen, durch welche man in kleine, dichtbewohnte Räume 113 Cubikmeter frische Luft pro Kopf und Stunde fördern könnte, ohne den in der Nähe der Ventilationsöffnungen Befindlichen durch Zugluft und ungleichseitige Entwärmung lästig zu werden.

Immerhin bleibt es Ziel der Ventilationstechnik, alle jene Hindernisse zu überwinden, welche einem starken Luftwechsel im Wege stehen, und Apparate zu construiren, die auch in kleineren Räumen ohne Belästigung durch Zugluft und ohne Collision mit der Heizung die Luft so rein erhalten, dass ihre Zusammensetzung sich von jener der Luft im Freien möglichst wenig unterscheidet.

IV. Die freiwillige Ventilation in Eisenbahnwagen.

Um in der Bearbeitung der Ventilationsfrage zu einer Grundlage zu kommen, war unsere erste Aufgabe, festzustellen, wie weit der Luftwechsel aus den zufälligen Oeffnungen eines Eisenbahnwagens dem Ventilationsbedürfnisse zu genügen vermag. Diese Frage sollte die erste Probefahrt (nach Lindau) entscheiden.

Der 31.6 Cubikmeter grosse bayerische Sanitätswaggon, ein zu Lazarethzwecken adaptirter Wagen nach amerikanischem Intercommunicationssystem, wurde feldmässig ausgerüstet und nach Vorschrift mit 11 Mann belegt. Wegen der Kohlensäurebestimmungen war das Tabakrauchen nicht gestattet, der Verkehr nach aussen wurde möglichst beschränkt und nur in dem Maasse zugelassen, als er wohl auch unvermeidlich sein würde, wenn der Wagen mit Verwundeten belegt wäre.

Im Gegensatze zu späteren Probefahrten sind diese ersten Versuche mittelst Aspirator und Barytwasserröhre, wie Kohlensäurebestimmungen der Grundluft, gemacht worden, weil das in der Methodik beschriebene Verfahren für grössere Versuchsreihen einen weniger compendiösen Apparat verlangt. Seit wir uns aber von der Möglichkeit überzeugt haben, die Fahrt mit einem grösseren Flaschenvorrath zu machen, ziehen wir die in kürzeren Zwischenräumen rasch gemachten Kohlensäurebestimmungen der anfangs benützten Methode vor, welche nur erlaubt, die Mittelwerthe von einer Versuchszeit zur anderen in Rechnung zu bringen.

Nummer	Zeit	Mittlere Versuchszeit	Ventilationsdauer	Barometer	Temperatur im Wagen	Temperatur im Freien	Kohlensäure p. M.	Ventilationsgrösse in Cubikmetern
	8^h25 Abfahrt				°C	°C		
1	8^h30 – 9^h54	9^h12	0.76	707.2	19.0	— 6.3	2.48	
								106.9
2	8^h39 – 10^h18	9^h28	0.26	707.2	17.8	— 6.3	2.62	
								159.0
3	10^h18 – 11^h33	10^h55	1.45	700.5	17.6	— 5.0	2.79	
								65.7
4	10^h40 – 11^h55	11^h17	0.36	698.9	18.5	— 4.7	3.48	

Diese 4 ersten Versuche wurden angestellt, um die Grösse der freiwilligen Ventilation für den Fall zu ermitteln, dass weder Fenster noch Luftschieber geöffnet sind. Der Luftwechsel geschah auf natürlichem Wege durch die Poren und Fugen des Wagens und durch das kurze Oeffnen der Thüren bei dem mitunter erfolgten Ab- und Zugehen, ferner durch einen Luftkanal zum Ofenmantel, der sich nicht hat ausschliessen lassen.

Während der Fahrt bestand eine mittlere Temperaturdifferenz zwischen äusserer Luft und Wagenluft von 23.7° C. Obwohl in dieser Hinsicht die Ventilationsbedingungen günstiger kaum hätten sein können, war nach 3½ Stunden der Kohlensäuregehalt auf 3.48 p. M. gestiegen und der Aufenthalt im Wagen unangenehm geworden. Damit war wohl ausser Zweifel gestellt, dass von einer spontanen Ventilation nur ein Bruchtheil der nöthigen Luftzufuhr zu erwarten ist. Die Ventilationsgrösse betrug im Mittel 110.5 Cubikmeter obwohl der Mantelofen dabei mitgewirkt hatte; freilich wirft dieses Ergebniss auf die Leistungsfähigkeit des Letzteren kein gutes Licht.

Ein uns im Auszuge vorliegender Bericht über Ventilationsversuche in Eisenbahnwagen, welche im Auftrage des k. k. öster. Reichskriegsministeriums im Sommer 1876 zu Wien gemacht worden sind, steht mit unseren Erfahrungen vollständig in Widerspruch Während im bayerischen Lazarethwagen unter günstigsten äusseren Bedingungen noch nicht die Hälfte der Luftzufuhr von 418 Cubikmeter zu erwarten ist, welche wir für 11 Mann als Ventilationsbedarf normirt haben, kam man in Wien durch Probefahrten, auf welchen der Luftwechsel durch keine erhebliche Temperaturdifferenz begünstigt war, zu dem Schlusse, „dass die natürliche Ventilation die Wagenluft in allen Verhältnissen genügend reinigt, während die Ventilationsapparate durch den äusseren Motor in Bewegung gesetzt nur gute Luft evacuiren.“

An und für sich ist zu erwarten, dass jeder Wagen, ebenso gut wie jedes Wohngebäude sich in Bezug auf die Grösse der freiwilligen Ventilation verschieden verhalten werde, jedoch scheint gerade bei diesen Wiener Versuchen, welche sich nur auf Güterwagen beziehen, ein Untersuchungsobject vorgelegen zu haben, das bezüglich der Permeabilität der Wandungen mit dem unsrigen

auch nicht im Entferntesten vergleichbar ist. Vorderhand wollen wir uns begnügen, im Wagenmaterial die Ursache des Widerspruches der Angaben zu suchen.

Es bedarf wohl keiner weiteren Erörterung, dass bei unserem Wagen die Leistungsgrösse der natürlichen Ventilation selbst hinter jener Forderung weit zurückbleibt, welche wir als die nur im Nothfalle zulässige aufgestellt haben. Selbst um diesem Minimalbedarf von 21 Cubikmeter per Kopf und Stunde oder 231 Cubikmeter per Wagen und Stunde zu genügen, muss nach besonderen Ventilationsmitteln gesucht werden, wenn man nicht mit den Geboten der Hygiene in Widerspruch verharren wollte.

Mancher wird freilich uns entgegenhalten, dass nach den Strapazen im Felde der Verwundete im Lazarethwagen sich auch bei schlechter Luft gleichsam auf Rosen gebettet fühlen wird, und damit selbst diese 21 Cubikmeter als eine ideale Anforderung zurückweisen. Ein solcher Einwand könnte jedoch nur von Leuten kommen, die weder mit der rein menschlichen Aufgabe der Kranken- und Verwundetenpflege es ernst meinen, noch ein Verständniss von der hohen Bedeutung der guten Luft für Kranke und Gesunde haben. So lange nicht die Unmöglichkeit sich hat nachweisen lassen, die normirten 38 Cubikmeter zu beschaffen, muss es Ziel der mit der Herstellung von Lazarethwagen Betrauten sein, nach geeigneten Einrichtungen zur Steigerung des Luftwechsels zu suchen.

Keinesfalls sollte man aber in dieser Aufgabe nur den Krieg im Auge haben, und nur an die Verwundeten- und Krankenpflege denken, denn es erwächst ebenso gut und vielleicht noch mehr die Pflicht, für den gewöhnlichen Verkehr in Hinsicht des Luftwechsels besser zu sorgen, nachdem nun constatirt ist, dass der auf 50 Personen sonst berechnete Wagen noch nicht einmal für 11 genug Luft hat.

Wir begrüssen es freudigst als einen Schritt zum Besseren, dass das deutsche Reichseisenbahnamt sich für die Ventilationsfrage interessirt und die Wichtigkeit derselben in einem Circular vom 16. August 1876 anerkennt.

V. Die Einrichtungen zur Lüftung von Eisenbahnwagen.

Man hat schon eine Reihe von Mitteln zur künstlichen Ventilation der Eisenbahnwagen vorgeschlagen. Alle diese Vorschläge, soweit sie uns bekannt geworden sind, wollen wir, wenn auch nur in Form einer flüchtigen Skizze, beschreiben, da eine complete Zusammenstellung fehlt, auf welche wir hätten verweisen können. Diese Angaben sind der einschlägigen Fachliteratur entnommen und ergänzt mit den auf der Brüsseler Ausstellung für Rettungswesen und Gesundheitspflege gesammelten Erfahrungen [1]), zu welcher das k. b. Cultusministerium mich mit einem Commissorium betraut hatte.

1. Auf den deutschen Eisenbahnen hat man allgemein eine Vorrichtung für den Luftwechsel in den sogenannten Luftschiebern eingeführt, einer Reihe kleiner Oeffnungen über den Fenstern, welche durch einen hölzernen Schieber theilweise oder ganz abgeschlossen werden können. Der länglich rechteckige Ausschnitt, in welchen diese Schiebervorrichtung eingepasst ist, trägt nach Aussen zum Schutze vor Regen und Staub, einige horizontal über einanderliegende, aussen nach abwärts geneigte Register (Jalousien).

2. C. L. Stäbe [2]) verwirft die horizontale Lage der Jalousien, weil sie den Luftwechsel behindern und ungleichmässig machen, und empfiehlt die verticale Stellung.

Die verticalen Register müssten beweglich sein, und automatisch sich je nach der Fahrrichtung derart stellen, dass die äussere Luft während der Fahrt über sie hinweggleitet, und in Folge von „Luftverdünnung" ein Nachströmen der Luft aus dem Wagen bewirkt. (Taf. IV. Fig. 5.)

3. Creamer [3]) liess sich bei der Construktion seines Ventilators, der auf amerikanischen Bahnen vielfach in Gebrauch ist, zwar vom gleichen Gedanken, wie Stäbe, leiten, nimmt jedoch statt mehrerer Register ein einziges, d. h. einen um eine vertikale Achse beweglichen Windflügel, der in einer Oeffnung über den Fenstern derart angebracht ist, dass er sich wie die vertikalen Register Stäbe's mit der Fahrrichtung stellt. (Taf. IV. Fig. 4.)

1) Die Ventilationsvorrichtungen, welche in Brüssel, sei es als Modell oder Zeichnung ausgestellt waren, sind mit * bezeichnet.

2) Nach einer brieflichen Mittheilung.

3) Heusinger von Waldegg, Organ der Fortschritte des Eisenbahnwesens 1869, und Engineering 25. März 1867.

4. Die Dachfirstventilation, der sogenannte Dachreiter, war schon bei den ersten amerikanischen Lazarethzügen in Anwendung. Man besitzt in demselben eine den Luftschiebern ähnliche Ventilationseinrichtung mit der wesentlichen Abänderung, dass die Ventilationsöffnungen aus dem Bereiche der Passagiere in einen dem Wagen aufgesetzten Kasten mit Glasfenstern verlegt sind, durch welche der Wagenraum gleichzeitig mit Oberlicht versorgt wird. Die Ventilationsöffnungen liegen an beiden Längsseiten des Dachreiters, haben horizontale nach abwärts geneigte Register wie die Luftschieber, und an den amerikanischen Schlafwagen nach Innen noch ein Drahtnetz zum Schutze vor Regen, Staub und Russ; sie können ganz oder theilweise mittelst Klappfenstern geschlossen werden, welche um ihre untere horizontale Leiste drehbar sind. Bei den amerikanischen Schlafwagen wird je nach der Fahrrichtung nur die eine oder andere Fensterreihe geöffnet, und sind aussen die Register an ihrem der Zugrichtung zugekehrten Ende (und auf der nicht in Function befindlichen Dachreiterseite am entgegengesetzten Ende) von einer Schutzkappe aus Metall gedeckt, welche vor dem Eintritte von Rauch und Russ gleichfalls schützen und im Sinne Wolpert's durch absolute Luftverdünnung einen Saugeffect bieten soll. (Taf. V. Fig. 5a und 5b.)

Von den in Brüssel ausgestellten Objekten hatten folgende den Dachreiter:
a. der Lazarethwaggon der k. d. Reichseisenbahn von Elsass-Lothringen;
b. der Lazareth-Waggon der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn;
c. ein Tramway-Wagen der grossen Berliner Pferdeeisenbahngesellschaft;
d. der Salon-Krankenwagen der k. bayer. Verkehrsanstalten; letzterer hat statt der Fenster-Klappen nach Innen einen Rosettenverschluss (Regulirscheibe).

5. v. Mundy und Bonnefond[1]) haben den Dachreiter dahin modificirt, dass der Kasten nicht mehr in der ganzen Länge des Wagens aufsitzt, sondern in drei einzelnen Aufsätzen, als sogenannte „Dachlaternen“ (Taf. V. Fig. 6), wodurch an Oberlicht gewonnen wird. Auch hier dienen nur die seitlichen Fenster der Ventilation.

Dieses System, welches zuerst bei den französischen Lazarethwaggons im Jahre 1871 zur Anwendung gekommen war, hat das Grosspriorat für Böhmen des souveränen Malteserritterordens für seinen Sanitätszug* adoptirt; für jeden Dachlaternenaufsatz sind zur Ventilation zwei Klappfenster normirt, und zwar je eines in der Längsrichtung des Wagens.

6. Scharrath bedient sich, wie wir hören, für seine Porenventilation im Wesentlichen eines der Dachlaterne ähnlichen Aufsatzes,

1) Billroth und v. Mundy, „Ueber den Transport der im Felde Verwundeten und Kranken“. Wien 1874, pag. 50.

und schaltet zwischen diesen und den Wagenraum zur Vermeidung von Zugluft und zum Schutze vor Staub und Russ ein an der Wagendecke ausgespanntes Tuch ein.

7. An den Wagen IV. Klasse der Hannover'schen Staatsbahn[1]), welche unter Benützung der Erfahrungen von 1866 zum Transport Verwundeter, und zwar von 12 Mann per Wagen vorgesehen sind, ist seit 1867 die Einrichtung getroffen, dass der Luftwechsel durch Luftschieber aus Blech über den Seiten und Thürfenstern, und durch Abzugröhren mit einem Lampenhut inmitten des Daches stattfinden kann. Die Grösse des Luftaustrittes durch die Mündung dieser Abzugsröhren wird mit sternförmigen Rosetten (Regulirscheiben) geregelt.

8. Im Verwundeten-Transportwagen der Hessischen Ludwigsbahn* kommt eine mit Rosette regulirte Abzugsröhre (Taf. VI. Fig. 3) in Anwendung, welche einen, im Principe dem Tosell'schen „self-acting ventilator" (Taf. VI. Fig. 4) ähnlichen, Hut hat. Dieser gestattet den Luftaustritt nur an der dem Wind resp. der Fahrrichtung abgekehrten Seite.

9. Bei den Wagen des gewöhnlichen Verkehrs der k. pr. Ostbahn* geschieht die Sommerventilation durch Luftschieber und Wolpert's Luftsauger, deren Anordnung wir sub 29 näher beschreiben werden.

10. Wolpert[2]) hat auf Grund der fundamentalen Versuche von Faraday, Clement und Desormes, sowie eigener Experimente (vergl. Kapitel VI. 2) eine Reihe von Apparaten construirt, welche zur Lüftung von Eisenbahnwagen in mancherlei Modification jetzt Anwendung finden. Von diesen hat man theils feststehende Saugapparate, theils solche, deren Construction eine mittelst Windfahne nach der Wind richtung regulirte Stellung erheischt. (Taf. VII. Fig. 2a, 2b.) Wolpert selbst redet der praktischen Verwerthung der letzteren nicht das Wort (l. c. p. 178), weil sie durch Rost und Staub an Beweglichkeit einbüssen und neben der geringen Dauerhaftigkeit auch wegen der unvermeidlichen Reibegeräusche sich weniger empfehlen als sein stabiler Sauger.

Dieser (Taf. V. Fig. 4 a) besteht aus einer Abzugsröhre mit horizontaler Mündung, an welche ein unter 45° nach abwärts sich erweiternder Schirm (gleichsam als eine Umstülpung des Ausmündungsrandes) gelöthet ist, um den Wind mit grösserer Fläche aufzufangen und zum Saugen nutzbar zu machen. Zum Schutz vor Regen und conträren Windstössen ist eine Deckplatte auf den Schirm mit drei verticalen schmalen Wänden gesetzt, welch letztere nebenbei den Werth haben sollen, dass sie selbst auf der dem Winde abgekehrten Seite noch eine „absolute Luftver-

---

1) Heusinger von Waldegg, Handbuch für specielle Eisenbahntechnik. Leipzig 1870, pag. 287.

2) Wolpert, Principien der Ventilation u. Luftheizung. Braunschweig 1860, pag. 174.

dünnung" bieten, und den Wind mehr über die Mündung leiten. Statt dieses älteren Modells aus dem Jahre 1860 findet jetzt der Apparat in einer neuen Construction Anwendung als Wolpert's „Rauch- und Luftsauger"[1]). (Taf. V. Fig. 4b.) An diesem ist die Abzugsröhre mit Schirm und die Deckplatte beibehalten, nur hat man zwischen beide einen Mantel als „Saugkessel" eingeschaltet. In ihrer Verbindung, die durch eiserne Stiften hergestellt ist, lassen diese drei Theile zum Durchtritt des Windes Zwischenräume.

11. Der Ventilator und Kaminhut* (Taf. VI. Fig. 5), welcher auf der Hannover'schen Staatsbahn Anwendung findet, ist ein stabiler Wolpert-Sauger mit Regulirscheihe. Derselbe zeigt nur die Modification, dass der Zwischenranm, welcher für den Eintritt der äusseren Luft zwischen dem Schirm der Abzugsröhre und dem Saugkessel gelassen ist, grössere Dimensionen hat, und mittelst Spangen in Kammern abgetheilt ist.

12. Der Aspirateur Noualhier[2]) (Taf. IV. Fig. 2) ist auf französischen Postwagen im Gebrauche. Der Apparat trägt eine mit der Windrichtung bewegliche Haube, und unterscheidet sich von dem vorhergehenden, mit welchem er zwar das Princip gemein hat, dadurch, dass die äussere Luft, welche die Luft aus dem Wagen mit sich reissen soll, nicht über die Abzugsröhre, sondern in dieselbe geführt wird.

Ein in Brüssel von der Société anonyme de la Vieille-Montagne als aspirateur Noualhier ausgestellter Apparat hatte die Oeffnung für den Zutritt der Luft in Luftkammern angeordnet, wie der Ventilator Nr. 11. Apparate in der gleichen Gestalt hatte Finet* unter seinem Namen mit der speciellen Bestimmung zur Ventilation von Sielen und Abortgruben ausgestellt.

13. A. Vogt's fixer Kaminhut[3]) (Taf. V. Fig. 3), der auch auf Eisenbahnen Anwendung finden könnte, ist zwar zum Schutz vor den Einflüssen der Witterung und besonders vor den conträren Windströmungen zunächst bestimmt, nebenbei aber auch geeignet, noch „eine gewisse Aspirationskraft" auszuüben, wie der Erfinder schreibt. Dieser Apparat beruht ebenfalls auf der Verwerthung von Wolpert's Idee, die Luft durch den Wind aus der Abzugsröhre saugen zu lassen, ist jedoch in der Construction des die Mündung umgebenden Hutes abgesehen von den Luftkammern originell.

14. Auch Serta bietet in seinen Aspirationen (ventilateurs à double tirage)* (Taf. VI. Fig. 2) nur Modificationen der vorhergehenden. Von

---

1) Zeitschrift des bayer. Architekten- und Ingenieurvereins 1869.

2) Heusinger von Waldegg, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1867.

3) A. Vogt, Ueber die Städtereinigung und ein neues System ventilirter Latrinenfässer, pag. 62.

4) Zeitschrift des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen, 1868 u. 1864.

den in Brüssel ausgestellten drei Apparaten geben wir in Zeichnung nur einen, da die übrigen ausschliesslich als Schornsteinhüte bestimmt zu sein scheinen.

15. Wiegzell's „doppelt wirkender Ventilator“ (Taf. IV. Fig. 6) besteht aus der Verbindung von zwei Röhren in Form eines *T*, von welchem das Mittelstück in den Wagen mündet, während die Querröhre in der Zugrichtung steht. Durch letztere streicht bei fahrendem Zuge ein Luftstrom, welcher, wie bei den vorhergenannten Apparaten durch absolute Luftverdünnung die Wagenluft mit sich fortreissen soll.

16. Körting* gab dem beweglichen Sauger Wolpert's eine andere Form, und verbesserte die Drehvorrichtung. Der Ventilator Körting's war auf der Brüsseler Ausstellung in zwei verschiedenen Arten vertreten und sind beide solid in Metall gearbeitet. In unseren Tafeln (Taf. VI. Fig. 6) ist nur die Construktion des einen Musters veranschaulicht.

Auf der belgischen Abtheilung hatte die Firma Viehoff et Voss einen Apparat ausgestellt, der abgesehen von der anderen Form der Windfahne mit diesem Körting'schen Sauger identisch ist.

Der erwähnte Salonwagen * der bayer. Staatsbahn hatte auf der Wagendecke ausser dem Dachreiter einen, diesem Sauger ähnlichen Apparat, der sich nur durch etwas grössere Dimensionen auszeichnete.

17. Auf den russischen Eisenbahnen ist ein von Fecht[1]) nach Wolpert's Princip construirter drehbarer Apparat in Anwendung, der in der Mitte der Decke jedes Coupés aufgesetzt ist. Derselbe besteht im Wesentlichen aus einer Abzugsröhre, über deren Mündung die äussere Luft durch einen mit der Zugrichtung sich stellenden Fangtrichter in complicirterer Weise wie bei Körting's Ventilator hinweggeleitet wird. (Taf. IV. Fig. 3.)

18. Horworth sucht bei seinem Ventilator* (Taf. VII. Fig. 5) die äussere Luftbewegung als Motor für eine der Archimed'schen ähnliche Schraube nutzbar zu machen, welche die Luft aus dem Wagen fördern soll. Die äussere Luft trifft eine rotirende Trommel, welche, wie unsere Zeichnung ersichtlich macht, mit der Schraube eine gemeinsame Achse hat, und aus einem System von Blechleisten besteht. Diese Blechleisten bieten die Angriffspunkte für den Ventilationsmotor, und lassen durch ihre Zwischenräume die von der Schraube aus dem Wagen geförderte Luft nach Aussen gelangen.[2])

---

1) Heusinger von Waldegg, Handbuch für specielle Eisenbahntechnik, 2. Aufl.. Bd. II, pag. 419

2) Von dem Werthe dieses Apparates, der in verschiedenen Grössen zu allen erdenklichen Ventilationszwecken empfohlen ist, suchte ich mich zu unterrichten, soweit eine Prüfung im Ausstellungsraume zulässig war. Ich liess die

Bei dem Hilfswagen der Generaldirektion der Belgischen Staatsbahnen * ist der Ventilator nach Horworth eingeführt.

19. Bei den Wagen I. und II. Klasse der Braunschweiger Staatsbahn[1]) dient die Lampe an der Decke zugleich der Lüftung, indem dieselbe von einem nach Aussen und Innen communicirenden Mantel umgeben ist, durch welchen, vermöge der durch Temperaturdifferenz bedingten Gleichgewichtsstörung der Luftsäulen ein beständiger Luftwechsel statt hat. Aber auch wenn die Lampe nicht brennt, wird der Apparat noch in dem Maasse zur Lüftung beitragen, als eine Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen besteht. Der Luftaustritt ist regulirbar durch zwei kreisförmige Messingscheiben mit runden Löchern, die je nach der ihnen gegebenen Stellung sich decken. (Taf. IV. Fig. 1.) Das Einströmen frischer Luft soll durch die über den Thürfenstern angebrachten Luftschieber stattfinden.

Im oben erwähnten Tramway-Wagen betheiligt sich neben den Fensterklappen des Dachreiters und der Stirnwände auch die Lampe am Luftwechsel, jedoch wird dieser Antheil von keiner Bedeutung sein können, weil der dem Luftwechsel gebotene Querschnitt klein ist.

Von Pulsationsapparaten sind zu erwähnen:

20. Der stabile Luftfang, eine knieförmige Röhre mit Regulirscheibe. Mehrere solcher Apparate sind an den Seitenwänden des Wagens dicht unter der Decke einander diagonal gegenüber in der gleichen Stellung wie die Schutzklappen am Dachreiter des Sleeping-Car, angebracht, so dass die eine Seite der Luftzufuhr dient während auf der anderen die Wagenluft austritt.

21. Ein beweglicher Luftfang in der Form des auf Schiffen gebräuchlichen knieförmigen Windfangs[2]) (Taf. V. Fig. 1), dessen

---

Trommel mittelst der Hand in eine möglichst rasche Rotation versetzen, und verschaffte mir von dem Ventilationseffect einen annähernden Begriff sowohl mit der Gefühlswahrnehmung, als mit einer später geaichten Stearinkerze. Bei dem Ventilator in der für Eisenbahnwagen bestimmten Grösse fühlte ich an der Einmündungsstelle eine schwache Luftbewegung, die gegenüber der Luftbewegung in der Nähe der Trommel verschwindend klein war. Später überzeugte ich mich mit der Flammenprobe durch einige Versuche an einem etwa drei Mal so grossen Apparat, der im Freien stand, dass die Förderkraft der Archimed'schen Schraube wenig zur Geltung kommt, indem die Trommel je nach ihrer Rotationsgeschwindigkeit den Austritt der Luft zu erschweren scheint.

Der Werth des Apparates dürfte auf keinen Fall nach der Stärke der Luftströmungen in der Nähe der Trommel bemessen werden, weil diese gewiss mehr dadurch entstehen, dass die Trommelleisten die äussere Luft in Bewegung versetzen, als durch das Herausschleudern grosser Luftmengen. —

1) Heusinger von Waldegg, Handbuch 1870, Bd. II, pag. 281.

2) R. Schmidt, D. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege 1875, p. 558.

Mündung sich mit Hilfe einer Windfahne automatisch gegen den Wind resp. mit der Fahrrichtung stellt.

Da die Drehbarkeit des Windfanges durch Schmutz, Eis u. s. w. vermindert werden könnte, hat

22. R. Schmidt [1]) einen feststehenden Windpresser für Eisenbahnwagen construirt; indem er den beweglichen Windpresser Wolpert's (Taf. VII. Fig. 1) in einen Rotationskörper verwandelte. Dieser stabile Apparat ist ceteris paribus als eine lose Vereinigung von drei Blechtrichtern aufzufassen, welche concentrisch mit nach unten gekehrtem Rohre so ineinander gesteckt sind, dass sie für den Durchtritt der Luft genug Zwischenraum lassen; der oberste Trichter schliesst nach Aussen mit einer ihm aufgelötheten Kappe ab. Die äussere Luft soll, wenn sie die Aussenseite der Trichter trifft, eine Ablenkung nach den Röhren derselben erfahren, und so nach dem Wagenraum gepresst werden. (Taf. V. Fig. 2.) R. Schmidt hat diesen Pulsator* jetzt in grösseren Dimensionen ausgeführt, und überdies dahin abgeändert, dass nur zwei Trichter in einander gefügt sind und die Kuppe vom oberen Trichter isolirt ist. Diese drei Theile werden von einander durch senkrechte Blechscheidewände in Abstand gehalten, welche sich in der Achse des Apparates unter rechten Winkeln treffen, so dass in ähnlicher Weise wie bei dem Ventilationshute der Hannoverschen Staatsbahn Luftkammern hergestellt sind. (Taf. VI. Fig. I.)

23. Um Luft durch einen Meidinger-Mantelofen zum Wagenraume zu führen, hat R. Schmidt unter seinem Wagen einen feststehenden ⊥ förmigen Luftfang * angebracht, in welchem eine bewegliche Blechzunge sich automatisch, je nach der Fahrrichtung so stellt, dass durch die Bewegung des Wagens äussere Luft geschöpft wird. (Taf. VI. Fig. 8 a.)

24. In ähnlicher Weise wird im System Michaelis und Pereira [2]) die Luft über die Heizröhren hinweg zu dem Wagenraume geführt.

25. Die Belästigung durch Staub und Russ wird besonders berücksichtigt vom System Ruttan-Foote [3]), welches auf den Linien New-York-Washington und Philadelphia-Delaware in Betrieb ist. Die Luft wird auf der Decke durch einen conischen Windfang („Tunnel") von 0.12 □ metr. Lichtweite geschöpft, zur Reinigung über eine unter dem Wagenboden befindliche Wasserfläche geleitet, und dann in verschiedenen

---

1) Vierteljahrsschrift f. öffentliche Gesundheitspflege 1875, pag. 563 und Hübsch, deutsche Militärärztl. Zeitschrift 1876, Heft 7.

2) Billroth und v. Mundy, Ueber den Transport etc., pag. 71.

3) Heusinger von Waldegg, Handbuch Bd. II. Scientific american. März 1874. Dingler's, polytechn. Journ., Bd. 134, pag. 433.

Zweigen am Boden eingeführt, und zwar im Winter durch einen Mantelofen, im Sommer durch ein Fussgestell. —

26. Helbig hat in dem nach seinen Angaben construirten Lazarethwagen,* welcher nach Heusinger von Waldegg's System mit seitlichem Intercommunicationsgang gebaut ist, den Ventilationsmodus von Ruttan-Foote verbessert und mit Zimmermann's Briquette-Heizung in Verbindung gebracht. (Taf. VII. Fig. 6.)

Als Luftschöpfer ist ein Kasten von rechteckigem Querschnitte aufgesetzt, in welchem durch eine selbstthätige Klappe die Luftzufuhr unabhängig von der Wagenrichtung gemacht ist. Statt der bei Ruttan-Foote's Wagen äusserlich angebrachten Luftleitungsröhren sind Luftschächte von rechteckigem Querschnitte in die Doppelwände des Wagens verlegt, und ist durch Einschaltung von Drahtnetzen und Watte für Filtrirung der Luft gesorgt, ehe sie zum Wasserbehälter gelangt. Bezüglich der Einzelheiten verweisen wir auf die interessante Abhandlung, welche Helbig über diesen Gegenstand geschrieben hat.

27. Das System von Altwood-Waterboury[1]), welches man auf der Linie New-York-Philadelphia und auf mehreren östlichen amerikanischen Bahnlinien benützt, besteht aus einer Verbindung aller Wagen des Zuges durch Schläuche aus elastischem Kautshuckzeug. Bei Bewegung des Zuges tritt, solange nicht einige Seitenfenster oder Thüren geöffnet sind, die Luft beim ersten Wagen ein und beim letzten aus. Zum Auffangen der Luft soll die beste Stelle zu beiden Seiten des Tenders sein, wo man jede Beimischung von Rauch, Staub und Asche vermeiden könnte.

28. R. Schmidt[2]) gibt ein combinirtes System * an, bei welchem er vier Wolpert-Sauger, einen Meidinger-Mantelofen und einen Windpresser in gemeinsame Wirkung zu bringen sucht. Der letztere soll besonders zur Abkühlung der wärmeren Luft unter der Decke beitragen, und sind die Abzugsröhren der Sauger bis nahe zum Boden geführt, um im Winter sich an der Vertheilung der Wärme zu betheiligen; im Sommer soll die Absaugung der Luft unter der Decke stattfinden, und sind zu diesem Zwecke an den Abzugsröhren Ventilationsklappen angebracht.

Der Meidinger-Füllofen hat ausser der Verbindung seines Mantels mit dem sub 22 beschriebenen Luftfang noch eine weitere Einrichtung zur Steigerung des Luftwechsels in dem sogenannten Ventilationsstutzen. Das Rauchrohr ist nämlich, um gleichzeitig der Abfuhr von Wagenluft

1) Dingler's polytechn. Journ. 134, pag. 433.

2) Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege 1875, pag. 558 und R. Schmidt, Ventilation der Krankenwagen der Lazarethzüge. Ludwigshafen 1876 bei Baur.

zu dienen, am Knie um etwa 10 Centimeter nach abwärts verlängert, und dieser Rohrstutzen mit einer cylindrischen Kappe gedeckt. In der Peripherie der Kappe und des Rohrstutzens sind einige congruente Ausschnitte angebracht, so dass man durch eine Drehung der Kappe diese Ventilationsöffnungen ganz oder theilweise schliessen kann. (Taf. VI. Fig. 8 b.) Ueber die Einzelheiten geben die verschiedenen Abhandlungen des Erfinders Aufschluss.

In dem Lazarethwagen* des Malteserritterordens ist der gleiche Ofen in Anwendung.

29. Von der belgischen Staatsbahn war der Plan einer Ventilations- und Heizeinrichtung* ohne Beschreibung mit der Unterschrift „Serta" ausgestellt. (Taf. VII. Fig. 7) Die Skizze dieses Systems stellte eine für sämmtliche Wagen gemeinsame Heizkammer und einen mit ihr verbundenen Ventilator dar, welcher die erwärmte äussere Luft in die Wagen treibt. Die Achse des Ventilators ist mittelst Treibriemen mit einer dem nächsten Wagenrade aufliegenden Treibrolle verbunden, und hängt sonach seine Funktion von der Bewegung des Zuges ab. In den wärmeren Jahreszeiten schöpft der Ventilator die Luft direct aus dem Freien.

30. In den Wagen* der preussischen Ostbahn ist die Ventilation mit der Dampfheizung in Verbindung gebracht, indem unterhalb der Sitze eine Heizkammer hergestellt ist, in welcher die Heizröhren liegen. (Taf. VII. Fig. 3.) Die Einrichtung ist zunächst nicht darauf berechnet, dass die frische Luft, ehe sie in den Wagenraum tritt, durch den Heizapparat erwärmt wird, sondern es sind für die Luftzufuhr nur die Luftschieber und die zufälligen Wege der freiwilligen Ventilation vorhanden. Die Luft im Wagen soll sich durch Circulation in der Heizkammer erwärmen, indem sie bei *a* ein- und bei *c* austritt. Die Regulirung der Wagentemperatur geschieht mittelst des Hebels *h*, welcher gleichzeitig die Klappen der Oeffnungen *a* und *c* schliesst und die Schieber der (im Querschnitt) dreieckigen Ventilationsrohre *b*, *b* öffnet; letztere befinden sich in den Coupéecken und münden auf der Wagendecke in Wolpert-Sauger. Bei diesem Abschluss der Circulationsklappen findet immer noch eine Strömung der Wagenluft zur Heizkammer und den Röhren *b b* durch schmale Oeffnungen statt, welche an den Anschlagleisten der Klappe *a* vorhanden sind; auf diese Weise fördert die Heizkammer den Luftwechsel, sobald die Circulation der Wagenluft abgesperrt ist.

31. Im System Mouquet* wird die Luft auf dem Dache mittelst eines beweglichen Luftfanges geschöpft, und vor ihrem Eintritt in den Wagenraum an den unter den Füssen der Passagiere liegenden Dampfheizröhren erwärmt. Die Luftabfuhr geschieht durch Apparate, welche

den stabilen Wolpert-Saugern gleichen; für jedes Coupé ist je ein Sauger und ein Luftfang normirt.

32. von Derschau theilt in seiner vortrefflichen Abhandlung[1]) über Heizung und Ventilation von Eisenbahnwagen die Einrichtung der Salonwagen des russischen Kaiserhauses mit, welche nach seinen Vorschlägen construirt sind. In denselben ist die Ventilation mit der Dampfheizung in der Art verbunden wie Taf. VII. Fig. 4 andeutet. Auf dem Dache sind für die Luftabfuhr Apparate nach Art der stabilen Wolpert-Sauger angebracht, deren Wirkung dadurch gesteigert zu werden scheint, dass dicht unter ihnen eine Dampfheizröhre verläuft.

33. Die Heizeinrichtung von Thamm und Rothmüller* (Taf. VI. Fig. 7) dient gleichzeitig der Luftzufuhr, indem während der Heizperiode der unter dem Wagen befindliche Apparat äussere Luft schöpft, und in erwärmtem Zustande am Boden des Wagens einführt.

34. Die Vorrichtung von Sanders[2]), welche die Great-India-Peninsulabahn adoptirt hat, bezweckt speciell für den Sommer die Zufuhr einer abgekühlten Luft. Mittelst Windfänge wird die Luft am Boden eingeführt, muss aber, um in den Wagenraum zu gelangen, einige befeuchtete Kuskusmatten passiren.

VI. Die Wahl eines Ventilationsmodus.

Gegenüber dieser an sich reichlichen Auswahl von Ventilationsmitteln wird die Entscheidung für das eine oder andere System wesentlich erleichtert, wenn man zuerst sich klar zu werden sucht, wie weit die gegebenen Verhältnisse die Einführung eines Apparates zulassen. Hat man einen fertigen, oder gar einen zu Sanitätszwecken adaptirten Wagen vor sich, bei welchem die Ausrüstung vollendet und jedes Plätzchen weise für den einen oder anderen Zweck schon ausgespart ist, so wird die Aufgabe eine ganz andere sein, als wenn schon bei der Construction des Wagens auf die Ventilation Bedacht genommen werden soll.

Bei der Einführung von Ventilationsapparaten in fertige Wagen sind zunächst die Rücksichten, welche man gegenüber den technischen und ökonomischen Bedenken der Eisenbahnbehörden zu üben hat,

1) Etude sur le chauffage et la ventilation etc. Paris 1871. Librairie centrale.

2) Engineering April 1872, und Heusinger von Waldegg, Organ f. Fortschritte etc. 27. Jahrg.. Bd. IX, pag. 249.

ebensowenig die gleichen, als das Fahrmaterial der einzelnen Bahnen das nämliche ist. Selbst wenn die Eisenbahnbehörden der Sache jederzeit die gleiche anerkennenswerthe Unterstützung zu bieten wissen, wie die k. bayer. Generaldirektion der Verkehrsanstalten, hat bei fertigen Wagen das Zugeständniss von Abänderungen nur enge Grenzen, und man wird mit der Ventilation von Lazarethwägen solange beim Improvisiren bleiben, bis die Eisenbahnbehörden der sanitären Seite des Verkehrslebens schon in der Construction der Waggons die gebührende Beachtung schenken, oder die Kriegsministerien selbst sich dazu verstehen, eigene Eisenbahnwagen zu Sanitätszwecken bauen zu lassen, wie das im amerikanischen Bürgerkriege der Fall war.

Es ist keine Frage, dass die Aufgabe bedeutend erleichtert werden könnte, wenn man die Construktion des Wagens und der Ventilationsanlage gleichzeitig vornehmen liesse. Doch ist auch hier der Erfindungsgabe nicht freie Bahn gelassen in Anbetracht der durch die technischen Vereinbarungen (§§. 133, 134 und 138) fixirten Wagendimensionen und des kleinen Luftkubus. Während die technischen Vereinbarungen der Anbringung von Apparaten ausserhalb des Wagens wegen der Tunnelweite Schranken setzen, stösst man im kleinen Luftkubus wegen des Fühlbarwerdens der Luftströmungen auf eine Unzukömmlichkeit, welche die Anwendung grösserer Geschwindigkeiten verbietet.

In dieser Hinsicht gilt auf Grund englischer Erfahrungen die gute Regel, nur dreimal so viel Luft per Stunde zuzuführen, als der Raum gross ist, wenn man die Insassen keiner Zugluft preisgeben will. Der Wagen hat aber bei einem Ventilationsbedarfe von 231 Cubikmeter, mit dem man nur im Nothfalle sich zufrieden geben sollte, nicht mehr als 31.6 Cubikmeter Raum, also müsste bei dieser mässigen Anforderung der zulässige Luftwechsel von (31.6 . 3) = 94.8 schon um 136.2 Cubikmeter überschritten werden.

Für grössere Wohnräume, wo die Bewohner sich in einiger Entfernung von der Ventilationsöffnung halten können, oder bei Anwendung der freiwilligen Ventilation mag es ganz correkt sein, die Stärke der Luftbewegung im Raume dadurch zu berechnen, dass man die Ventilationsgrösse durch den ganzen Querschnitt des

Raumes dividirt. Auf keinen Fall gibt diese Rechnung für kleinere dicht belegte Räume oder gar für Lazarethwagen richtigen Aufschluss, wo die Lagerstätten dicht bei den Ventilationsöffnungen sich befinden. Wir haben uns über die Frage, wie weit ein aus einer Ventilationsöffnung kommender Luftstrom noch nachweisbar ist, durch folgende Versuchsreihe Bescheid verschafft.

Mittelst eines Hax'schen Wassermotors, der eine Ventilationsöffnung von 27.5 □Centimeter hat, wurde ein Luftstrom von der Temperatur des Versuchsraumes in die kaum bewegte Zimmerluft getrieben und mittelst Anemometer die Geschwindigkeit der Luftbewegung in verschiedenen Entfernungen von der Austrittsöffnung zu bestimmen gesucht.

Der Luftstrom, der bei 0.01 Meter Entfernung 3.27 Meter Geschwindigkeit hatte, war noch bemerkbar in einer

Entfernung	von	0.10	Meter	mit	3.04	Meter	Geschwindigkeit	per	Secunde
„	„	0.20	„	„	2.52	„	„	„	„
„	„	0.30	„	„	1.84	„	„	„	„
„	„	1.00	„	„	0.67	„	„	„	„
„	„	2.00	„	„	0.23	„	„	„	„
„	„	2.34	„	„	0.20	„	„	„	„

Somit ist constatirt, dass die Abnahme der Geschwindigkeit durch Vertheilung auf einen grösseren Querschnitt nicht sofort in der Nähe der Ventilationsöffnung erfolgt. Man wird desshalb alle Ursache haben, auf eine Möglichkeit der Belästigung von dieser Seite bedacht zu sein, und zwar auf alle Fälle mehr bei einem Verfahren, das die Luft durch grössere Oeffnungen in den Wagen treiben soll, als bei einer Porenventilation.

Wie in der Methodik schon erwähnt, ist die Empfindlichkeit des Menschen für Luftströmungen individuell sehr verschieden. Im Allgemeinen werden selbst sehr schwache Luftbewegungen gefühlt, und zwar leichter die kühleren und trockneren. — Trotzdem wird uns eine etwas bewegte Luft noch nicht lästig und unzuträglich, wenn sie den ganzen Körper umspült. Die Wundbehandlung im Freien hat darüber die besten Erfahrungen. Wenn dagegen, wie das in Eisenbahnwagen so schwer zu vermeiden ist, die Luftbewegung den

Passagier nur auf einer Seite oder gar nur an einer circumscripten Körperstelle trifft, so macht sich die Empfindung der Zugluft mit allen Folgen der ungleichseitigen Entwärmung leicht schon bei schwachen Luftströmen geltend.

Es ist nicht zu verkennen, dass hierin die grösste Schwierigkeit für die Lüftung eines Eisenbahnwagens liegt, zu welcher eigentlich an sich die Bedingungen in seltener Weise günstig gelagert sind In der That hätte man leichtes Spiel, wenn auf die Vermeidung der Zugluft, welche wegen der Beigabe von Staub, Russ und Asche hier um so unerträglicher ist, nicht Bedacht zu nehmen wäre, da bei fahrendem Zuge schon das Oeffnen der Fenster oder der Stirnthüren für den Luftwechsel genügte. Ja wenn wir diese an sich so günstigen Ventilationsbedingungen mit der Leistung mancher Ventilationsanlagen vergleichen, können wir uns des Gedankens kaum erwehren, dass die Constructeure, vielleicht unbewusst, sich mehr bemüht haben, diese natürlichen Ventilationsmotoren abzuschwächen als sie nutzbar zu machen.

1) Die Luftschieber (Jalousien).

Schon auf der Fahrt nach Lindau beschäftigte uns die Frage, welchen Werth die Luftschieber über den Fenstern haben.

Nummer	Zeit	mittlere Versuchszeit	Ventilationsdauer	Personen im Wagen	Temperatur im Wagen	Temperatur im Freien	Kohlensäure p. M.	Ventilationsgrösse per Stunde in Cubikmetern
		$11^{h}55$ Oeffnen der Luftschieber						
					°R	°R		
5	$12^{h}7$ – $12^{h}47$	$12^{h}27$	0.53	11	16.2	— 5.0	1.23	256.0
6	$12^{h}47$ – $1^{h}25$	$1^{h}6$	0.65	11	17.5	— 5.0	1.37	
		$11^{h}5$ Nachts Rückfahrt						
7	$3^{h}11$ – $4^{h}20$	$3^{h}45$	4.66	11	17.0	— 5.6	2.48	

In Versuch Nr. 5 und 6 waren die Luftschieber sämmtlich geöffnet, dagegen wurde es auf der Rückfahrt dem Belieben jedes

Einzelnen überlassen, den auf seine Bahre mündenden Luftschieber offen zu halten oder zu schliessen.

Die Luftschieber des Wagens, welche einen Gesammtquerschnitt von 0.187 □Meter bieten, haben unter der günstigen Temperaturdifferenz von 21.8° C. 256 Cubikmeter Luft zugeführt (ohne Ausscheidung des auf die freiwillige Ventilation und den Mantelofen kommenden Luftwechsels). Es näherte sich somit die Gesammtleistung schon der Ventilationsgrösse, welche für die im Wagen befindlichen 11 Mann erforderlich erscheint. Aber das Oeffnen dieser Apparate hatte zur Folge, dass von den obersten Bahren die Passagiere sich in die Mitte des Wagens zurückzogen, indem sie über Zugluft klagten. Der Luftwechsel wurde nicht etwa in der Nähe der Luftschieber wegen zu starker Geschwindigkeit unerträglich, sondern wohl mehr durch die Kälte der frischen Luft, denn in Folge der durch die Jalousien gesetzten Hindernisse kommt selten eine höhere Geschwindigkeit als 1.4 Meter p. S. zu Stande.

Die Zunahme des Kohlensäuregehaltes während der Nachtzeit, in welcher Jedem die Benützung der Luftschieber frei stand, bestätigte die am Tage gemachte Beobachtung; die Mehrzahl der Mitfahrenden hatte eine schlechte ruhige Luft der frischen durch Zug unangenehmen Luft vorgezogen.

Besonders empfindlich wird für die dicht bei den Luftschiebern Liegenden die Luftbewegung durch das häufige Umschlagen des Luftstroms und durch dessen Ungleichmässigkeit überhaupt. Eine 15 Minuten dauernde Gesammtbeobachtung auf der Fahrt nach Starnberg ergab folgendes Bild der Luftbewegung:

Nro.	Luftschieber links	Luftschieber rechts
	r = Geschwindigkeit in Metern per Secunde	
1	einströmend $r = 0.785$	ausströmend $r = 0.630$ anfangs war die Luftbewegung sehr schwach
2	keine Luftbewegung (Zwischen Wagen und Windrichtung war ein Wald)	ausströmend $r = 0.630$
3	einströmend $r = 0.376$	einströmend $r = 0.472$
	dabei alternirende Luftströmungen auf beiden Seiten in der Reihenfolge	
	$- + - +$	$- + -$
4	einströmend $r = 1.000$ auf kurze Zeit stand die Luftbewegung still.	ausströmend $r = 0.597$ alternirte: $- + -$

Diese Versuche waren derart angeordnet, dass zwei gegenüberliegende Luftschieber geöffnet, alle übrigen, sowie Fenster und Thüren geschlossen waren; die Fahrgeschwindigkeit betrug im Mittel 6 Meter p. S. Der Wind kam von der linken Seite mit 1.1 Meter p. S., die Temperatur im Wagen war 20° C, im Freien 17.4° C. Die Geschwindigkeitsmessungen wurden auf beiden Seiten mittelst Anemometern gleichzeitig gemacht, und dauerte jeder Versuch einige Minuten.

Jede Aenderung des Verhältnisses der Wind- zur Fahrrichtung und der Wind- zur Fahrgeschwindigkeit findet ihren Ausdruck in einer Störung der Gleichmässigkeit und Richtung dieses Luftwechsels.

Ausser den erwähnten Beobachtungen liegen uns über die Leistung der Luftschieber noch andere vor. Im Allgemeinen lässt sich annehmen, dass abwechselnd die eine Seite Luft abführt, während die andere die Zufuhr besorgt. Die seltenere Erscheinung, dass beide Seiten zugleich Luft ableiten, kommt wohl dadurch zu Stande, dass die Temperaturdifferenz das Uebergewicht gewinnt

über die Leistungsfähigkeit der entgegengesetzt wirkenden Motoren, wie überhaupt die Ungleichmässigkeit der Wirkung dieser und anderer Apparate sich aus einem beständigen Kampfe der einzelnen Motoren des Luftwechsels unter sich erklärt.

Die Lagerung in zwei Etagen, welche bei dem bayrischen Lazarethwagen angenommen ist, gestattet den Gebrauch der Luftschieber nur bei milder Witterung; es erscheint daher geboten, nach geeigneteren Ventilationseinrichtungen zu suchen. Man wird dabei selbst die Möglichkeit ausser Rechnung zu lassen haben, dass die Luftschieber zeitweise die Ventilation unterstützen können, wenn man auch die vorhandenen Luftschieber in einem zu Lazarethzwecken adaptirten Personenwagen belassen wird.

In Personenwagen des gewöhnlichen Verkehrs hat man zumeist für die Ventilation keine andere Vorrichtung als Luftschieber und Fenster. Im Winter und oft selbst in den wärmeren Jahreszeiten muss man auf die Anwendung der sehr ergiebigen Fensterlüftung verzichten, weil die Reisegenossen gegen das Oeffnen Einsprache erheben. Als eigentliche Ventilations-Einrichtung kommen daher für jedes Coupé nur zwei Luftschieber in Betracht, welche nach unseren Erfahrungen im günstigsten Falle 22.1 Cubikmeter (per Wagen 110.5 Cubikmeter) Luft pro Stunde liefern werden. Gegenüber dem Ventilationsbedarf von mindestens 21 Cubikmeter pro Kopf und Stunde erscheint diese Ventilationseinrichtung für ein mit 8 Personen zu besetzendes Coupé in keinem besseren Lichte als das Windrädchen in Wirthsstuben.

Wie man dem Windrädchen, nur weil seine Thätigkeit durch die Umdrehungen in die Augen fällt, Werth beimisst, erntet der Luftschieber mitunter unverdientes Lob, wenn sichtlich der Tabaksqualm durch ihn den Weg ins Freie nimmt. Im Abschnitte Luftkubus haben wir schon darauf hingewiesen, dass hier lediglich die raschere Evacuirung des Inhaltes eines kleinen Raumes den Eindruck eines grossen Ventilationseffectes macht.

Die Fürsorge für eine bessere Lüftungsvorrichtung ist in Personenwagen um so mehr geboten, als die oft unvermeidliche dichte Besetzung der Coupés eine Störung der Wärmeökonomie zur Folge hat, welche bei einer in hohem Maasse verunreinigten

Luft nicht allein früher, sondern auch intensiver, empfunden werden muss.

Der Mangel geeigneter Vorrichtungen für den Luftwechsel wird. wie die tägliche Erfahrung zeigt [1]), am Meisten in Wagenräumen fühlbar, in welchen das Tabakrauchen gestattet ist. Wenn sich auch gegenüber solchen Missständen zunächst die Frage aufdrängt, ob es recht sei, das Nichtrauchen als einen Ausnahmezustand des Menschen aufzufassen und für die Nichtraucher Coupés in beschränkter Zahl mitzuführen, statt wie auf englischen und amerikanischen Eisenbahnen den Rauchern besondere Räume anzuweisen, so bleibt es immerhin eine wohlberechtigte Forderung, dass man nach Apparaten für die Ventilation der Wagen des gewöhnlichen Verkehrs sucht.

2) Wolpert's Rauch- und Luftsauger.

Nachdem constatirt war, dass die Luftschieber nicht genügen, galt es, unter den sub V skizzirten Vorschlägen eine Wahl zu treffen. Dabei sollten jedoch zunächst nur jene Apparate in Frage kommen welche ohne tieferen Eingriff in die Integrität des Wagens nachträglich noch eingesetzt werden könnten.

Vor Beginn unserer Untersuchungen hatte Herr R. Schmidt mit der k. bayr. Commission „für Bereitstellung von Sanitätszügen" wegen Einführung seines Ventilationssystems Beziehungen angeknüpft, welche indirekt die Veranlassung gegeben haben mögen, dass man uns zur Bearbeitung des vorliegenden Gegenstandes beigezogen

---

1) Untersuchungen der Luft in Rauchercoupés liegen bis jetzt nur von Prof. Nichols in Boston, 1874, bezüglich der amerikanischen Smoking-Cars vor. Nach diesen Beobachtungen bezieht sich die stärkere Verunreinigung der Luft hauptsächlich auf den Ammoniakgehalt. Wenn der Ammoniakgehalt der atmosphärischen Luft zu 1 angenommen wird, verhält sich im Mittel der Ammoniakgehalt der gewöhnlichen Wagenluft zu jenem der Raucherwagen wie 1.5 : 3.2.

Schon im Winter 1866 hat Baron v. Derschau das Verhalten der Luft in Eisenbahnwagen auf der Linie Petersburg-Moskau studirt, und beziehen sich seine Analysen vermuthlich auf einen Wagen, in welchem das Tabakrauchen nicht untersagt war. Trotz der extremen Kälte (— 31° C.) war der Wagen nicht geheizt während der neunstündigen Fahrt, gegen deren Ende der Kohlensäuregehalt 9.4 p. M. betrug und die Luft mit Feuchtigkeit fast gesättigt war.

hat. Durch die von dieser Seite gemachten Vorschläge war unser Augenmerk auf eine Kategorie von Apparaten gerichtet worden, welche sich selbst bei fertiger Einrichtung noch am Wagen anbringen lassen. An die Einführung des Schmidt'schen Systems im Ganzen war jedoch von vorneherein nicht zu denken, weil man zur Lazaretheinrichtung den Wagenraum so völlig ausgenützt hatte, dass nicht einmal für diesen Ventilationsmodus, der durch seine Einfachheit zum Improvisiren von Lazarethwagen scheinbar besonders geeignet ist, hinreichend Platz gelassen war. Von den einzelnen Theilen dieses Systems waren es die Wolpert-Sauger und Windfänge, welchen unser Interesse in erster Reihe galt.

Schon bei der ersten Probefahrt hatte ein nach Wolpert's Princip in München gefertigter Saugapparat zur Begutachtung vorgelegen, welcher sehr an die von Fecht gewählte Form erinnerte. Es würde voreilig gewesen sein, wenn wir aus diesen Beobachtungen sofort auf die Förderkraft solcher Sauger überhaupt hätten schliessen wollen, zumal der zur Probe überwiesene Apparat mehr die Dimensionen eines Modells (Durchmesser der Röhre nur 6 Centimeter) hatte, und man uns zudem in Zweifel liess, ob die Verhältnisse der einzelnen Theile unter sich bei seiner Herstellung richtig getroffen worden waren. Immerhin sind die damit angestellten Versuche instruktiv gewesen bezüglich der Frage, was besser sei, die Sauger am Boden oder an der Decke des Wagens anzubringen.

Um bei weiteren Beobachtungen für die Richtigkeit der Construktion eine Gewährleistung zu haben, setzten wir uns mit Herrn R. Schmidt direkt ins Benehmen, welcher der k. Commission die zur Untersuchung nöthigen Apparate (Wolpert-Sauger, Windfang und Windpresser) bereitwilligst überliess, indem ihm selbst eine gründliche Prüfung von Interesse war.

Die Construktion der Wolpert-Sauger beruht auf Ausnützung der Saugkraft des Windes. Es wird für die Leistung solcher Apparate äquivalent sein, ob bei Windstille der Wagen mit 6 Meter Geschwindigkeit fährt, oder ob der Wind gegen den stehenden Wagen mit 6 Meter Geschwindigkeit herankommt. Da man aber bei der Anwendung des Apparates zur Ventilation von Eisenbahnwagen hauptsächlich nur die Ausnützung der Fahrgeschwindigkeit

im Auge haben, und die Windstille während der Fahrt als einen Ausnahmszustand betrachten kann, muss bei der Beurtheilung der Leistungsfähigkeit solcher Apparate wohl beachtet werden, dass der auf einer Probefahrt zur Wirkung gekommene Ventilationsmotor nicht die Fahrgeschwindigkeit an sich, sondern in den meisten Fällen die Resultirende aus der Bewegung der äusseren Luft und des Wagens war. Unter Umständen kann dieser Motor 0 werden, wenn unter gleicher Geschwindigkeit der Wagen mit dem Winde kommt; dagegen wird er grösser sein als die Fahrgeschwindigkeit, sowohl wenn der Wind dem Wagen entgegenweht, als dann, wenn der Wagen mit dem Winde zwar in gleicher Richtung, jedoch mit geringerer Geschwindigkeit sich fortbewegt; im letzteren Falle muss freilich die Geschwindigkeit des Windes die der Fahrt wenigstens um das Doppelte übertreffen.

Es kommt mithin für den Ventilationseffekt in Betracht:

a) die Grösse von Fahr- und Windgeschwindigkeit,
b) der Winkel, den die Fahr- und Windrichtung mit einander bilden.

Die Fahrt durch coupirtes Terrain, Einschnitte, Waldungen und jede Curve bringt die mannigfaltigsten Variationen in der Stellung des Wagens zum Winde hervor. Nicht geringer als diese sind die Schwankungen in der Geschwindigkeit des Windes und des Wagens; während die Windstärke durch die Verschiedenheit der Terrainformation und Bewaldung der Bahnstrecke wesentlich beeinflusst wird, wechselt die Fahrgeschwindigkeit nicht nur je nach den Terrainschwierigkeiten, sondern erreicht schon an sich wegen der langsameren Ab- und Anfahrt grosse Differenzen. Dadurch wird es verständlich, dass man mit den gewöhnlichen Untersuchungsmitteln die Stärke des Ventilationsmotors durchaus nicht bemessen kann; wir wenigstens vermissten ein richtiges Maass[1]), um das Verhältniss zwischen Wind und Fahrt in Zahlen ausdrücken zu können.

Wer ohne Verständniss für diese Voraussetzungen glaubt, aus einigen Anemometer-Messungen am Sauger die bei zufällig günstigen

1) Zur Zeit dieser Untersuchungen war der Stathmograph von Dato noch nicht im Gebrauch, dessen Anwendung behufs Aufzeichnung der Fahrgeschwindigkeit auch bei Ventilationsstudien auf Eisenbahnfahrten sich bewähren könnte.

äusseren Verhältnissen gemacht worden sind, und aus einer willkürlichen Annahme der Grösse des Motors den Nutzeffekt rechnen zu können, wird sich und Andere, deren Vertrauen er besitzt, in den Erwartungen täuschen.

Bei fortwährender Ab- und Zunahme der angewandten Kraft müssen auch die Ventilationsgrössen entsprechend schwanken, indem die Leistungen des Apparates natürlich allen Variationen des Motors parallel laufen. Selbst wenn der Nutzeffekt einer Ventilationsvorkehrung in Folge besonders glücklicher Construktion sehr hoch wäre, müsste man bei einem derart unbeständigen Motor, wie Wind und Fahrgeschwindigkeit, doch darauf gefasst sein, dass zeitweise die Ventilationsgrösse sich weit unter dem Mittel der Leistungsfähigkeit hält, und der Apparat zur Verbesserung der Luft nur wenig oder nichts beiträgt.

Unsere Beobachtungszahlen aus Anemometermessungen, welche an Wolpert-Saugern bei der höchsten Fahrgeschwindigkeit inmitten zwischen zwei Stationen gemacht sind, sollten, wenn nur die Fahrgeschwindigkeit als Motor der Saugwirkung in Frage zu kommen hätte, unter sich nur geringe Differenzen zeigen; so fanden wir aber auf der Höhe der Fahrt Schwankungen zwischen 2.0 und 6.7 Meter per Secunde, welche der beste Beleg für die Richtigkeit unserer Ansicht über das Wesen und den Werth der die Luft im Sauger bewegenden Kraft sein dürften.

Wollte man unsere Angaben mit den Erfahrungen anderer Beobachter vergleichen, so darf die in den Versuchen vorgelegene Temperaturdifferenz nicht ausser Acht bleiben, da dieselbe am Ventilationseffect eines auf der Wagendecke befindlichen Apparates zumeist wesentlich mitwirkt. Die Eliminirung dieses Antheils mittelst Berechnung der theoretischen Ausflussgeschwindigkeit wird kein brauchbares Resultat ergeben können, weil der Reibungscoëfficient für den concreten Fall fehlt, und die Messung der Temperaturen nicht an der Ein- und Ausmündung des Saugers vorgenommen worden ist; unsere Angaben der Temperaturdifferenz beziehen sich nur auf die mittlere Temperatur im Wagen und die Lufttemperatur im Freien.

Im Hinblick auf die Forderung, den Apparat über der Wagendecke möglichst nieder zu halten, damit die vorgeschriebene Grenze der Wagenhöhe nicht überschritten wird, haben wir auf Probefahrten auch Versuche über die Frage angestellt, ob die Leistungsfähigkeit des Apparates durch eine Verkürzung der Abzugsröhre leiden könnte.

Apparat	Dimensionen der Abzugsröhre des Saugers in Centimetern		Zahl der Versuche	Grösse der Saugwirkung des Motors	Temperaturdifferenz in °C.	Beobachtete Ausflussgeschwindigkeit in Metern per Sec.	Ventilationsgrösse in Cubikmetern per Std.
	Durchmesser	Höhe					
	a) Anemometerbeobachtungen während der Fahrt:						
Wolpert-Sauger in Blech nach Muster des in R. Schmidt's Ventilationssystem angewandten Apparates	10	46	14	—	0	6.719	189.87
	"	"	3	—	2.6	5.950	168.14
	"	"	6	—	0	2.725	77 00
derselbe mit verkürzter Röhre	10	5	9	—	0	4 588	129.64
	"	"	16	—	0	1.822	51.48
	"	"	2	—	0	1.172	33.12
Wolpert's Rauch- u. Luftsauger in Gusseisen (Eisenwerk Kaiserslautern)	11.4	46	12	—	2.6	3.342	122.72
	"	"	10	—	2.6	1.652	60.65
	b) Anemometerbeobachtungen auf den Stationen:						
Wolpert-Sauger in Blech	10	46	1	0.388	—	0.347	9.81
	"	"	"	0.277	—	0.273	7.71
	"	"	"	—	—	0.264	7.46
derselbe mit verkürztem Rohre	10	5	"	0.651	—	0.330	9.27
	"	"	"	0.492	—	0.285	8.00
	"	"	"	0.619	—	0.277	7.83
Wolpert's Rauch- u. Luftsauger in Gusseisen	11.4	46	"	4.400	3.6	2.124	77.98
	"	"	"	3 509	3.6	1.938	71.16
	"	"	"	3.119	3.6	1.504	55.22

Das Resultat der hier zusammengestellten Versuchsreihen bedarf keiner eingehenden Erörterung. Die normale Rohrhöhe der Musterapparate von 46 Centimetern erwies sich am günstigsten, und setzt eine Verkürzung der Abzugsröhre den Ventilationseffect herab.

Die in dieser Richtung angestellten Beobachtungen führten zur weiteren Frage, welcher Unterschied in der Ventilationsgrösse sich

ergäbe, wenn man die Luft statt aus dem Apparat durch einen gleichgrossen Ausschnitt in der Wagendecke ausströmen lässt. Das in der nachstehenden Tabelle gegebene Resultat, welches aus Kohlensäurebestimmungen während der Fahrt gewonnen ist, spricht zu Gunsten des Saugers.

Apparat	Dimensionen der Abzugröhre des Saugers in Cubikmeter: Durchmesser	Höhe	Nummer des Versuchs	Versuchsdauer	Temperaturdifferenz	Zahl der Personen	Kohlensäure per Minute	Ventilationsgrösse per Stunde
								Cubikm.
Wolpert's Rauch- und Luftsauger in Gusseisen	11.4	46	1	0.25	6.6	11	2.00 1.41	261.4
	"	"	2	0.25	5.4	"	2.80 2.00	182.8
	"	"	3	0.33	5.4	"	2.13 2.80	84.2
Loch in der Wagendecke	11.4	0	4	0.42	7.8	"	2.95 1.79	195.8
	"	"	5	0.25	6.9	"	2.21 1.98	166.4
	"	"	6	0.33	7.8	"	1.98 2.95	69.6

Um die mittlere Leistung des vorliegenden Ventilationsapparates zu bestimmen, waren unsere Anemometer nicht geeignet, weil sie nicht längere Beobachtungen von einer Station zur anderen, sondern nur Versuche von kürzerer Dauer zuliessen.[1])

Auch die Kohlensäurebestimmungen geben in dieser Hinsicht nicht geeigneten Bescheid, da bei den Angaben die Ausscheidung des Antheils der freiwilligen Ventilation fehlt. Eine Reduction des Resultats, welche in dieser Hinsicht erwünscht wäre, ist nicht möglich; denn die Bestimmung der Grösse des natürlichen Luftwechsels bei einer Temperaturdifferenz von 5.4 und 6.6° C. liegt uns nicht vor.

1) Zur Zeit dieser Untersuchungen waren wir noch nicht im Besitz von Recknagel's dynamischen Anemometer mit Registrirapparat.

Wenn nun auch unsere Kohlensäurebestimmungen schon auf die Ermittlung des Nutzeffektes abzielen und nur die Berechnung der relativen Leistung des Saugers zulassen, dürften sie doch zur Ergänzung der anemometrischen Beobachtungen wesentlich beitragen.

Es ist nun in Anbetracht der Unmöglichkeit, zur Zeit einen Mittelwerth der Saugwirkung für den Motor anzugeben, sehr die Frage, ob es zulässig ist, aus dem Ergebniss von Probefahrten die mittlere Förderkraft des Saugers in Zahlen auszudrücken. Gar dreist müsste aber die Rechnung erscheinen, wenn man die mittlere Geschwindigkeit, mit der die Luft auf der Fahrt in den Sauger tritt, als arithmetisches Mittel zwischen Maximum und Minimum nehmen wollte. Die Schwankungen, mit welchen der Wolpert-Sauger arbeitet, liegen, selbst wenn man die An- und Abfahrt nicht berücksichtigt, zwischen 0 und 6.7 Meter per Secunde, und erfolgt das An- und Abschwellen der Geschwindigkeit weder in gleichmässigen Zeiträumen noch in einer bekannten Progression. Gegenüber einer derartigen Unbeständigkeit ist es gewiss nicht gerathen, einen Mittelwerth der Leistung aufzustellen, und kann es sich auf keinen Fall lohnen, zu diesem Zwecke noch zeitraubende und theuere Beobachtungen zu machen.

Wenn man sich vergegenwärtigt, dass in Folge der äusserst günstigen Lagerung der Motoren des natürlichen Luftwechsels (Druck- und Temperaturdifferenz) es in Eisenbahnwagen während der Fahrt nur darauf ankommt, für das Ab- und Zuströmen der Luft genügende Ventilationsöffnungen in der Art anzulegen, dass eine Belästigung weder durch Zugluft noch durch den Eintritt von Regen, Staub, Russ, Asche u. dgl. statt haben kann, so ist es gerade der Wolpert-Sauger, der sich sowohl für Lazarethzüge als für den gewöhnlichen Personenwagen empfiehlt. Durch unsere Beobachtungen ist constatirt, dass das Aufsetzen eines solchen Apparates eher den Luftwechsel einer Ventilationsöffnung steigert, als vermindert, und Probefahrten bei verschiedenen Witterungsverhältnissen haben uns davon überzeugt, dass weder Regen durch ihn eindringen kann, noch die Wagenluft von Aussen verunreinigt wird.

Da die Luftbewegung zum Sauger vom ganzen Wagen- oder Coupéraume aus gleichmässig stattfindet, ist einer Belästigung

durch Zugluft nur an den Einströmungsöffnungen entgegenzuwirken, was sich leicht durch Herabsetzen der Geschwindigkeit und Erwärmen der eintretenden Luft erreichen lässt. Die Geschwindigkeit wird erträglich werden, wenn man den Luftzutritt nicht auf eine einzige Ventilationsöffnung beschränkt, sondern auf zahlreiche Wege vertheilt; die ungleichseitige Abkühlung lässt sich damit vermeiden, dass man die eintretende Luft zuvor den Heizapparat passiren lässt, was die neueren Heizanlagen zumeist anstreben. Nachdem unsere Versuche über den freiwilligen Luftwechsel dargethan haben, dass die Permeabilität der Eisenbahnwagen keine grosse ist, wird man bei der Einführung des Saugers darauf bedacht sein müssen, für den Eintritt der Luft Gegenöffnungen zu schaffen, die ihrerseits zur Steigerung des Luftwechsels in der Art beitragen werden, wie die Durchgängigkeit des Baumaterials in Wohngebäuden der Wirkung des Saugers zu statten kommt. Die Wahl des Ortes, wo dieselben anzubringen sind, ist je nach Art der Heizeinrichtung zu bestimmen. Nur in Lazarethwagen, bei der Lagerung in mehreren Etagen, könnte es ausnahmsweise für die nahe an der Wagendecke Liegenden erwünscht sein, dass man eine Vorrichtung gegen das Fühlbarwerden der zum Sauger stattfindenden Luftströmung bietet. Für solche seltene Fälle wird es aber genügen, den Apparat momentan ausser Wirkung zu setzen.

Wir können uns für die Regulirung der Sauger mittelst Rosetten (Regulirscheiben) nicht aussprechen und finden Klappen oder Schieber geeigneter, weil diese den Querschnitt der Ventilationsöffnung nicht beeinträchtigen, wenn der Apparat zur völligen Wirkung kommen soll. Mit den Rosetten lässt sich zwar ein Apparat gut reguliren und ausser Funktion setzen, aber dieselben gestatten nicht, den Querschnitt der Sauger ganz auszunützen, da sie selbst in geöffnetem Zustande einen guten Theil der Mündung für sich in Anspruch nehmen.

Der Wolpert-Sauger wurde von uns zur Einführung bei den bayerischen Lazarethwagen empfohlen, in der Erwartung, dass zwei solche Apparate von 11.4 Centimeter Durchmesser unter Mitwirkung der freiwilligen Ventilation wenigstens den nothdürftigen Ventilationsbedarf von 231 Cubikmeter per Stunde leisten werden.

Für die gewöhnlichen Personenwagen kann davon abgesehen werden, dass man von den Saugern allein den ganzen Luftwechsel verlangt, da die Verhältnisse doch andere sind, insoferne u. A. die Passagiere während der Fahrt von den Fenstern und Luftschiebern eher Gebrauch machen und während längerer Fahrpausen leichter aussteigen können als Kranke und Verwundete. Wahrscheinlich wird hier pro Coupé schon ein Wolpert-Sauger mit einem Durchmesser von ungefähr 20 Centimeter genügen.

Um für den Luftwechsel überhaupt den Werth des Wolpert-Saugers richtig bemessen zu können, ist ausser dem Verständnisse für das Wesen des Ventilationsmotors noch nöthig, dass man von dem Nutzeffect, d. h. dem Verhältnisse der Förderkraft des Apparates zu der angewandten Kraft, sich eine richtige Vorstellung zu verschaffen sucht.

Bei der Anwendung dieses Ventilators zur Lüftung von Wohngebäuden soll die Luftbewegung im Freien, der Wind, als Motor der Saugwirkung nutzbar gemacht werden. Um annähernd die gegenüber einem normirten Ventilationsbedarfe, nöthige Anzahl solcher Apparate zu erfahren, setzt man gewöhnlich die mittlere Windgeschwindigkeit der Gegend in Rechnung, wo man von dieser Ventilationsvorrichtung Gebrauch machen will. Scheinbar ist es leicht, diesen Voranschlag richtig zu treffen, da der Werth des Ventilationsmotors bekannt und es wohl auch nicht an verlässigen Angaben über den Nutzeffect fehlen wird. Trotzdem weiss Niemand von sich zu rühmen, in dieser Rechnung je Glück gehabt zu haben, denn überall, wo noch solche Apparate ohne Bedachtnahme auf die Beihilfe der Temperaturdifferenz Anwendung gefunden haben, klagt man, dass sie zeitweise ganz im Stiche lassen. Wir wollen, um dem Fehler der Rechnung auf die Spur zu kommen, zunächst die Voraussetzungen prüfen.

Vor Allem erscheint es als eine unrichtige Ueberlegung, den in jedem Zeitmomente nöthigen Ventilationsmotor im arithmetischen Mittel aus extremen Windstärken zu suchen, was nur dann gerechtfertigt sein könnte, wenn es gleichgiltig wäre, ob heute viel, morgen wenig gelüftet wird. So es aber gerade der Zweck der

künstlichen Ventilation sein dürfte, einen gleichmässigen Luftwechsel herzustellen, der jederzeit dem Ventilationsbedarfe entspricht, wird von der Ausnützung des Windes wenig Erspriessliches zu erwarten sein, wenn man nicht den zu ventilirenden Raum mit einer solchen Anzahl von Saugern versehen wollte, dass selbst bei der niedersten Windstärke der Ventilationsbedarf noch gedeckt werden kann. Da der sogenannten Windstille noch eine Geschwindigkeit von $^1/_2$ Meter per Secunde entspricht, so wäre es demnach denkbar, dass man dem Ventilationsbedarf auf diese Weise mittelst der Sauger jederzeit genügen könnte, vorausgesetzt, dass dieselben einen hohen Nutzeffect bieten.

Zur Bestimmung des Nutzeffectes muss gleichzeitig mit der Ausströmungsgeschwindigkeit der Luft die zur Wirkung gekommene Windstärke gemessen werden. Nun kommt für die Wirksamkeit der Wolpert-Sauger auf Wohngebäuden sehr in Frage, dass der Wind nicht den Sauger allein trifft, sondern gewöhnlich das ganze Haus bestreicht. In seiner Vorlesung über Hygiene macht v. Pettenkofer schon seit Jahren auf dieses wichtige Moment aufmerksam, das bei der Beurtheilung solcher Apparate nur zu oft übersehen worden ist. In den meisten Fällen wird dasselbe zur Ueberschätzung der Förderkraft Veranlassung geben, insoferne gleichzeitig das ganze Haus durch die Permeabilität seiner Wände, durch Fugen und Ritzen, durch geöffnete Fenster und Thüren direct der ventilatorischen Wirkung des Windes ausgesetzt ist, und z. B. jeder das Haus durchfegende Windstoss, der den Weg durch den Sauger nimmt, schliesslich als Effect des Saugers gerechnet wird. In der That sind anemometrische Beobachtungen in Wohngebäuden wenig geeignet, über den Nutzeffect des Wolpert-Saugers Aufschluss zu geben.

Wenn diese Fehlerquelle vermieden werden soll, dürfen weder die Wände des Wohnraumes, auf welchem man den Apparat dem Winde aussetzen will, permeabel, noch eine directe Beeinflussung an jenen unentbehrlichen Oeffnungen möglich sein, durch welche die frische Luft als Ersatz für die vom Sauger weggeführte Luft eintritt.

Es wurde desshalb für unsere Versuche ein 1 Cubikmeter grosser Blechkasten in Würfelform auf vier 30 Centimeter hohen

Füssen hergestellt, dessen Decke einen kreisrunden Ausschnitt zur Aufnahme des Saugers hatte.

Das Einsetzen geschah in der Weise, dass der Apparat auf einen Blechring gelöthet war, welcher, wie die Ringe einer Herdplatte, sich in den Ausschnitt einlegen liess, und durch einen Bayonetteverschluss dem Apparat auf dem Kasten genügenden Halt verschaffte; während der Versuche waren die Fugen mit Glaserkitt verlegt. An diesen Blechring hatten wir das Anemometer zur Messung der Geschwindigkeit, mit welcher die Luft in den Sauger eintrat, in der Art angebracht, dass die Windflügel dicht unter der Saugeröffnung, und seine Achse inmitten des Querschnittes sich befand; die Ablesung der Flügelumdrehungen war dadurch ermöglicht, dass man in alle Seitenwände nahe an der Decke ein Glasfenster eingekittet hatte. Für die einströmende Luft befanden sich 4 Oeffnungen am Boden gleichmässig vertheilt, die zusammen den gleichen Querschnitt wie die Austrittsöffnung hatten. Während diese Löcher nahe an den Kanten sassen, war inmitten des Bodens für besondere Fälle (für das Einführen von Thermometern) noch ein mit Deckel verschlossener Ausschnitt von der Grösse der Austrittsöffnung vorhanden. Um nun diese Gegenöffnung von Seiten der Beeinflussung des Windes so gut als möglich zu entrücken, liessen wir unten, etwa 8 Centimeter über dem Rande, rings um den Kasten Teppiche annähen, die bis zum Boden reichten und mit darauf gelegten Steinen festgehalten wurden.

Auf diese Weise war die Einwirkung des Windes möglichst auf den Sauger allein beschränkt, ohne dass der Zufluss von Luft gehemmt gewesen wäre.

Ehe dieser grosse Kasten zu Gebote stand, sind in der gleichen Absicht von uns zahlreiche Versuche an einem kleineren angestellt worden, deren Resultat sich nicht verwenden lässt, weil wir von einigen dieser Beobachtungen den Eindruck haben, als ob die luftzuführenden Oeffnungen zu klein gewesen wären.

Wir haben hier einem Einwand zuvorzukommen, auf dessen Möglichkeit uns Prof. Recknagel aufmerksam gemacht hat. Wie bekannt werden die Anemometer bei horizontaler Stellung ihrer Rotationswelle geaicht und beziehen sich die Constanten der Formel nur auf die Justirung gegenüber horizontalen Luftströmen. Da die Messungen ohne Rücksicht auf die Möglichkeit, dass der Zahlenwerth der Constanten a und b in verticaler Stellung ein anderer sein könnte, als in der horizontalen, stattgefunden hatten, war es unbedingt nöthig, das angewandte Anemometer in dieser Hinsicht einer Controle zu unterwerfen. Herr Professor Recknagel hatte

die Güte, sich selbst an diesen Controlversuchen zu betheiligen, bei welchen sein statisches Anemometer sich vortrefflich bewährte.

Die zu diesem Zwecke nöthigen Luftströme von verschiedener Stärke lieferte ein Hax'scher Wassermotor, dessen Mündung wir in der Art mit einem Rohransatze hatten versehen lassen, dass nach Belieben der Luftbewegung eine verticale oder horizontale Richtung gegeben werden konnte; die Austrittsöffnung war weit genug zur Einführung des Combes'schen Anemometers. Eine besondere Beschreibung des Verfahrens dürfte überflüssig erscheinen, da dessen Gang aus dem bezüglich der Justirung von Anemometern in Abschnitt II, 2 Gesagten sich ergibt, und die nachstehende Tabelle das Fehlende wird ergänzen können.

Stellung der Rotationswelle des Anemometers	Versuchsnummer	statisches Anemometer		Combes' Anemometer (Vogt Nr. 1) Umdrehungen per Secunde	$V = 0.147 + 0.078n$ aus Nr. 1 und 2		Differenz	Mittlere Differenz
		Ablenkung ∀°	Geschwindigkeit in Metern per Secunde		V berechn.	V beobachtet		
horizontal	1	35	0.60	5.8	—	—	—	
„	2	120	1.10	12.2	—	—	—	
„	3	26	0.50	4.2	0.475	0.50	— 0.025	
„	4	142.5	1.19	14.1	1.239	1.17	+ 0.069	
„	5	117.5	1.08	11.3	1.021	1.08	— 0.059	
„	6	116	1.08	11.5	1.044	1.08	— 0.036	— 0.020
„	7	112	1.06	11.0	1.005	1.06	— 0.055	
„	8	102.5	1.01	11.1	1.012	1.01	+ 0.002	
„	9	110	1.05	11.1	1.012	1.05	— 0.038	
vertical	10	33	0.58	5.8	0.599	0.58	+ 0.019	
„	11	40	0.63	6.3	0.638	0.63	+ 0.008	
„	12	137.5	1.17	14.2	1.254	1.17	+ 0.084	
„	13	125	1.12	12.6	1.129	1.12	+ 0.009	+ 0.016
„	14	127.5	1.18	12.1	1.091	1.18	— 0.089	
„	15	120	1.10	12.6	1.129	1.10	+ 0.029	
„	16	142.5	1.19	13.4	1.192	1.19	+ 0.002	

Wie aus dieser Zusammenstellung hervorgeht, sind die Differenzen zwischen den Versuchen in verschiedener Stellung des Anemometers so unbedeutend, dass die Richtigkeit unserer Beobachtungen durch einen solchen Einwand nicht wird in Frage kommen können.

Mit dem Blechkasten haben wir auf der Theresienwiese hunderte von Anemometermessungen gemacht und unter mancherlei Beding-

ungen das Verhältniss zwischen der Luftbewegung im Sauger und der herrschenden Windstärke studirt.

Die Windstärke wurde mit einem in der Hand gehaltenen Anemometer (nach Combes) gemessen, indem der Beobachter der Richtung einer auf dem Kasten angebrachten Windfahne folgte. So oft der Wind in kurzen Intervallen mit wechselnder Intensität blies und seine Richtung änderte, missglückte die Bestimmung der Windstärke. Wer gerade von uns beiden die Windbeobachtung führte, erklärte solche Versuche zumeist sofort für unbrauchbar; mitunter ergab sich aus der fehlenden Proportionalität der beiden Geschwindigkeiten erst nach der Berechnung, dass in einer oder der anderen Beobachtung ein solcher Fehler vorgelegen hatte.

Aus dem Beobachtungsmaterial, das zur Beurtheilung des Nutzeffectes dienen soll, haben wir alle jene Versuche eliminirt, in welchen eine starke Temperaturdifferenz vorgelegen hatte. Die Versuchsreihen, welche hier in Betracht kommen, sind alle bei einem Unterschiede der äusseren und inneren Lufttemperatur von 1.6° C. angestellt worden, und war während der Beobachtung im Kasten selbst keine Temperaturdifferenz zwischen Decke und Boden.

Mehrere Versuche erwiesen sich dadurch als unbrauchbar, dass die ausströmende Luftbewegung momentan durch eine Gegenströmung unterbrochen worden war. Diese alternirenden Luftströme kamen besonders häufig bei dem Loch in der Decke vor, weniger bei den Röhren. Dagegen scheint der Wolpert-Sauger entschieden davor Schutz zu gewähren, denn die wenigen Fälle, in denen ein Einblasen von Luft stattgefunden hatte, beziehen sich auf Beobachtungen in der Findlingsstrasse dicht beim physiologischen Institute, wo der Wind an den Gebäuden leicht auf Hindernisse stösst. Auf Probefahrten und bei den Versuchen auf der Theresienwiese zeigte der Wolpert-Sauger nie eine Gegenströmung.

In letzteren Versuchen diente ein Wolpert-Sauger aus Blech, der nach einem uns von Hrn. R. Schmidt vorgelegten Muster angefertigt war; die Fugen zwischen Sauger und Rohr oder zwei Rohrstücken waren stets mit Glaserkitt für Luft undurchgängig gemacht.

Man könnte die Austrittsgeschwindigkeit in Procenten der Windstärke angeben, um den Nutzeffect in einer Zahl auszudrücken.

Wir vermeiden diese Rechnung, weil selbst die von uns angewandten Cautelen noch keine volle Sicherheit bieten, dass die Luftbewegung nur durch den Wolpert-Sauger auf die Luft im Ventilationsraume eingewirkt habe. Versuche mit Differentialmanometer, welche Professor Recknagel uns zu diesem Zwecke angerathen hat, werden erst den Nachweis liefern müssen, ob man das Beobachtungsmaterial zur Berechnung des absoluten Nutzeffectes nehmen darf. Durch die Versuche auf Probefahrten war ein anderer Weg vorgezeichnet und dürften vergleichende Beobachtungen, die man unter Anwendung des gleichen Ventilationsraumes an Saugern mit verschiedener Rohrhöhe, oder dem Sauger und einem Loche in der Decke angestellt hat, zum Mindesten geeignet sein, den Werth der Construction des Saugerkopfes im richtigen Lichte zu zeigen.

Dieses Verfahren der Kritik wird dadurch wesentlich erleichtert, dass zwischen der Ausströmungsgeschwindigkeit V und der herrschenden Windstärke W eine Proportionalität sich hat nachweisen lassen, welche erlaubt, das Resultat sämmtlicher Versuchsreihen durch Rechnung auf eine gemeinsame Basis zu bringen. Zu einer vergleichenden Uebersicht wurden für jede Gruppe von Versuchen aus dem gegebenen Verhältnisse von $W:V$ die Ausströmungsgeschwindigkeit Vr, und der Ventilationseffect gerechnet, welche einer Windstärke von 7 Metern (der mittleren Postzugsgeschwindigkeit) entsprechen.

Nummer	Art der Versuche	W	V	Vr	Aus Vr berechn. Ventilationseffect
I a	Oeffnung, ohne Sauger	1 820	1.124	4.323	112.16
I b	„ mit „	1.277	1.005	5.509	155.68
II a	46 Centimeter Rohr ohne Sauger	1.515	1.162	5.369	151.72
II b	46 „ „ mit „	1.672	1.334	5.585	157.92
III a	67 „ „ ohne „	2.946	1.865	4.400	124.34
III b	67 „ „ mit „	2.514	1.908	5 312	150.12

Der Werth der Sauger lässt sich aus dieser Zusammenstellung bemessen, indem man die einzelnen Versuchsgruppen mit einander

in Vergleich bringt, und als Mehrleistung oder relativen Nutzeffect die Differenz der Ventilationsgrössen berechnet.

In der nächsten Tabelle ist das Ergebniss dieser Rechnung angegeben, und die Mehrleistung zugleich im Procentverhältniss zur kleineren Ventilationsgrösse ausgedrückt; z. B. war in der Gruppe Ia und Ib der relative Nutzeffect 155.68 — 122.16 = + 33.52 Cubikmeter oder 27.4%; d. h. der Sauger leistet in dieser Form um 27.4% mehr als eine gleich grosse Oeffnung in der Decke.

Nummer	in Relation gebrachte Versuche	Höhe der Abzugsröhre	Differenz der Leistung a) direkt	Differenz der Leistung b) in Proc.
1	Ib : Ia	5	+ 33.52	+ 27.4
	IIb : Ia	46	+ 35.76	+ 29.2
	IIIb : Ia	67	+ 27.96	+ 22.8
2	IIa : Ia	46	+ 29.56	+ 24.2
	IIIa : Ia	67	+ 2.18	+ 1.8
3	IIb : IIa	46	+ 6.20	+ 4.0
	IIIb : IIIa	67	+ 25.78	+ 20.7
4	IIb : Ib	46	+ 2.24	+ 1.4
	IIIb : Ib	67	— 5.56	— 3.6

Mit dem Resultate der Probefahrten übereinstimmend, zieht aus dem gleichweiten Loch in der Decke weniger Luft ab als aus dem Sauger, und bringt dieser Ventilationsapparat, wie Rubrik 1 nachweist, für den Luftwechsel entschiedenen Vortheil. Man könnte

zwar geltend machen, dass der Sauger nur desshalb ergiebiger wirke, weil er unter allen Umständen dem Winde einen Angriffspunkt bieten kann, was bei einem Ausschnitte in der Decke des Wagens nicht der Fall sei, da der Wind in seiner Fortbewegung den Kasten nicht immer horizontal bestreiche. Es geht jedoch schon aus dem Vergleiche der Versuchsgruppen sub 2 zur Genüge deutlich hervor, dass diese Mehrleistung der Construktion des Saugers, wenn auch nur theilweise, zu Gute geschrieben werden darf, insoferne der relative Nutzeffect gegenüber dem Loche kleiner wird, wenn das Rohr nicht mehr in Verbindung mit dem Saugerkopfe, sondern allein den Luftwechsel des Kastens besorgen soll.

Die Grösse dieses unzweifelhaften Antheils des Saugerkopfes am Ventilationseffecte ist freilich überraschend klein, sobald man (sub 3) gerade die Mitwirkung der mittleren Rohrhöhe in Frage zieht, welche als ein integrirender Bestandtheil des Saugers aufgefasst werden muss, da sie den von R. Schmidt uns zur Probe geliehenen Normalapparaten in gleicher Weise zukam. Während die etwa 67 Centimeter hohe Röhre für die Abströmung der Luft schon Hindernisse bietet, welche der Saugerkopf scheint hintanhalten zu können (sub 3), geht die Ausströmung der Luft aus der ungefähr 46 Centimeter hohen Röhre so leicht von Statten, dass sie (sub 2) dem einfachen gleichweiten Ausschnitte gegenüber um 24.2% mehr leistet, und sich (sub 3) nur um 4.0% unter dem Ventilationseffect des Saugers hält.

Man wird nicht mehr sagen können, dass die Construktion des Saugerkopfes in Bezug auf Ausnützung der Saugkraft des Windes etwas ganz Besonderes leiste, da doch die Wirkung der Abzugsröhre allein bis zu 96% dem Ventilationseffecte des ganzen Saugers nahe kommt.

Betrachtet man aber Abzugsröhre und Kopf des Wolpert-Saugers als ein Ganzes, so leistet dieser Apparat in der That 29% mehr als ein einfaches Loch in der gleichen Weite, und sollte nicht verkannt werden, dass dieser Vortheil um so schwerer wiegt, als der Sauger sowohl das Zurückschlagen des Luftstromes verhütet als das Eintreten von Regen, Russ, Staub u. dgl., was an manchen

anderen Apparaten als eine lästige Beigabe zu tadeln ist. Gerade Dieses bringt die Construktion zu Ehren, indem sie solche Missstände fernhält, ohne den Ventilationseffect zu beeinträchtigen.

Um den Nutzeffect des Wolpert-Saugers vollständig isolirt zu bemessen, haben wir noch in der folgenden Weise experimentirt: Einem Wolpert-Sauger [Modell] [1]) wurde die Abzugsröhre, welche 5 Centimeter Durchmesser hatte, unten luftdicht verschlossen und seitlich, nahe über dem verschlossenen Ende, ein Tubulus mit Manometer angebracht. Diesen Apparat stellten wir vor die Mündung eines Orgelblasebalges, der zur Vermeidung intermittirender Stösse einen Windkasten hat, in einer Entfernung auf, dass der Luftstrom den Saugerkopf ganz bespülen, nicht aber auf die Luftschichte wirken konnte, in welcher das Manometer sich befand: die Luftgeschwindigkeit wurde mittelst eines Anemometers gemessen.

In Versuchen dieser Art trat eine bemerkbare Manometerschwankung erst bei einem Luftstrome von 10.8 Metern p. Secunde Geschwindigkeit ein. Wenn man den Manometerausschlag, der mit 1 Millimeter Alkohol (40% Tralles) eher zu gross als zu nieder gerechnet ist, in jener Luftgeschwindigkeit ausdrückt, welche nöthig wäre, um direct eine gleich grosse Schwankung des Manometers zu bewirken, so ergiebt sich, dass der Luftstrom von 10.8 Metern p. Secunde unter Beihilfe des Wolpert-Saugers eine Saugwirkung von nur 3.84 mtr. p. Secunde erzeugt hat.

Auf solche Weise liesse sich mittelst Differentialmanometer der absolute Nutzeffect dieser und ähnlicher Apparate vielleicht genau ermitteln, wenn ein Motor zur Erzeugung einer grossen Windstärke zu Gebote stünde.

Da es immerhin instructiv ist, bei Beurtheilung eines Gegenstandes die Grundlagen zu prüfen, haben wir auf die fundamentalen Versuche zurückzugreifen, von welchen Wolpert bei der Construktion seiner Sauger ausging.

Diese Experimente von Faraday, Clement und Desormes, Wolpert u. A. kommen alle darauf hinaus, dass ein Luftstrom, den

---

1) Dieses Modell, welches den Firmenstempel des Eisenwerkes Kaiserslautern trägt, ist im Besitze der physikalischen Sammlung des Polytechnikums.

man in eine nicht bewegte Luftschichte bläst, im Vorbeiströmen indirect eine Luftströmung veranlasst, welche als Folgezustand einer „absoluten Luftverdünnung“ aufgefasst wird, oder mitunter auch so gedeutet werden könnte, dass der Luftstrom die in der Nähe befindlichen ruhigen Lufttheilchen ohne Weiteres mit sich fortreisst. Um dieses zu zeigen, nimmt man nach Faraday eine Glasröhre in den Mund und bläst durch eine der Spalten, welche naturgemäss die Finger bei gestreckter Hand bilden, während mit der anderen Hand ein Papierblättchen dem an der Volarseite austretenden Luftstrome so genähert wird, dass er die Fläche des Papiers gleichmässig bespült. Zieht sich die Hand zurück und lässt das Papierblättchen in der Luft schweben, so bläst, wenn richtig experimentirt wird, der Luftstrom nicht etwa das Papier in seiner Richtung fort, sondern er scheint auf dasselbe anziehend zu wirken, bis es an die Fingerspalte sich fest angelegt hat. Dieses Phänomen lässt sich so erklären, dass der Luftstrom, indem er durch das gesetzte Hinderniss eine Ablenkung nach der Peripherie erfährt, die dahinter befindliche Luft in eine Bewegung versetzt, welche das Papier gegen die Hand treibt.

Aehnlich ist der Versuch von Clement und Desormes, welche sich dabei eines besonderen Apparates bedienen.

Nicht weniger interessant als diese sind die zahlreichen Versuche, welche Wolpert zum Demonstriren der Saugkraft des Windes angibt. Bläst man z. B. an einer Kerzenflamme mittelst einer Glasröhre vorüber, so neigt sich die Flamme, und zwar gegen die Richtung des Luftstromes hin. In einem anderen Experimente hält Wolpert vor die Kerzenflamme eine Münze, und bläst auf diese mittelst der Glasröhre. Der an der Peripherie abziehende Luftstrom erzeugt eine „absolute Luftverdünnung“ hinter der Münze und die Kerzenflamme neigt sich gegen diese.

Es lässt sich erwarten, dass auch der Wind im Stande sei, in ähnlicher Weise, „durch absolute Luftverdünnung“ indirect eine Luftbewegung hervorzurufen, und eine „Saugwirkung“ zu äussern.

Da nun Wolpert auf Grund dieser fundamentalen Versuche seine Saugapparate construirt hat, dürfte es von Interesse sein, durch quantitative Methoden zu erfahren, wie in denselben sich der

Saugeffect zur angewandten Windstärke verhält. Aus früheren Versuchen war uns bekannt, dass sehr schwache Luftströme genügen, um eine Kerzenflamme abzulenken, und gibt schon die einfache Ueberlegung einen annähernden Begriff von der Stärke des Luftstromes, den man im Versuch an der Kerzenflamme vorbeibläst: schwach kann derselbe auf keinen Fall sein, wenn innerhalb weniger Secunden der grösste Theil des Luftinhaltes der Lungen (wenigstens zwei Liter) an der Flamme vorbeistreichen. Die ganze vitale Capacität kommt bei diesem raschen Blasen nicht in Anwendung. Mit einer Gasuhr konnten wir das während der Versuchszeit ausgeblasene Volumen Luft als Mittel aus mehreren Beobachtungen bestimmen; z. B. hatte einer von uns eine vitale Capacität von 4.64 Liter und konnte nach dem raschen Ausblasen noch 1.09 Liter durch die Gasuhr blasen, somit waren im Experiment etwa 3.5 Liter Luft verbraucht worden. War nun dieser Beobachter bei einer Reihe von Versuchen im Stande, durch Vorbeiblasen mittelst einer Glasröhre von 5.5 Millimeter Durchmesser die Kerzenflamme 13 Secunden lang in der indirecten Ablenkung von 45° zu erhalten, so hatte er dazu einen Luftstrom von ungefähr 11 Meter p. Secunde Geschwindigkeit angewandt. Es liegt auf der Hand, dass das Experiment in dieser Form nur Annäherungswerthe ergibt; etwas genauer sind die Versuche geworden, wenn der Gasometer angewandt werden konnte, der leider, wie früher bemerkt, keine starken Luftströme lieferte.

In der nachstehenden Tabelle haben wir unsere Erfahrungen über diese Frage zusammengestellt. Die bei diesen Versuchen angewandte Kerze hatte eine Flammenhöhe von 5.5 Centimeter, der Durchmesser der Münze war 33 Millimeter. Die mit dem Thorax ermittelten Zahlenwerthe bezeichnen wir mit *.

(Siehe die Tabelle auf 667.)

A u f d i e s e W e i s e s t e l l t s i c h d i e S a u g k r a f t d e s W i n d e s n u r a l s e i n k l e i n e r B r u c h t h e i l s e i n e r S t ä r k e d a r.

Da uns die Apparate gefehlt haben, um stärkere Luftströme zu erzeugen, liegen keine Erfahrungen über dieses Verhältniss bei grösserer Ausströmungsöffnung vor. Man könnte in diesem Mangel

Art des Versuchs Ablenkung einer Flamme	D = 5.5 mmtr. Querschnitt = 0.237 □cmtr. Geschwindigkeit in mtr. p. S.	D = 12 mmtr. Querschnitt = 1.130 □cmtr. Geschwindigkeit in mtr. p. S.
direct zu 20°	0.7_{06}	0.2_{23}
indirect zu 20°	5.4_{78}	3.3_{96}
direct zu 45°	1.1_{08}	0.3_{99}
indirect zu 45°	11.2_{10}*	5.1_{00}*
direct zu 90°	1.8_{15}	2.0_{94}
ebenso gegen eine Münze von 33 mmtr. Durchmesser hingezogen	11.4_{41}*	5.3_{68}*

den Einwand suchen wollen, dass unsere Beobachtungen auf den Wind keinen Bezug haben könnten, da dieser sich nur in breitem Strome bewege. Solchen Bedenken können wir mit der Bemerkung zuvorkommen, dass bei Anwendung von 33 □Centimetern Querschnitt noch lange nicht eine Geschwindigkeit von 6 Metern p. Secunde ausreichte, um eine Ablenkung der Kerzenflamme zu 45° zu bewirken.

Diese von der experimentellen Seite gegebene Beleuchtung muss zwar das Bedenken erregen, ob man den Rauch- und Luftsauger Wolpert's noch einen Sauger im eigentlichen Sinne nennen dürfe, aber bei der Frage nach der praktischen Verwerthbarkeit wird, wenn der Apparat dem Ventilationsbedarf genügt, es gleichgiltig sein, ob die Druck- und Temperaturdifferenz zwischen der inneren und äusseren Luft am Ventilationseffect einen grösseren Antheil hat, als die Saugwirkung des Ventilators. So wird man sich durch diese experimentellen Erfahrungen auch nicht beirren lassen, den Wolpert-Sauger auch ferner als Schornsteinhut zu verwenden, in welcher Eigenschaft er sich durch Hintanhalten von conträren Luftströmungen und den Schutz vor Regen vortrefflich bewährt hat, wenn gleich die ihm zugeschriebene Saugwirkung von keiner besonderen Bedeutung im Vergleich zu der anderen, die Feuerungsgase bewegenden Kraft, der Temperaturdifferenz, ist.

Anders verhält sich die Sache gegenüber der Empfehlung des Wolpert-Saugers zur Ventilation von Wohngebäuden, für welche er sich jedesmal als unzureichend erwiesen hat, sobald bei der Ventilatiosanlage nur auf seine Saugwirkung speculirt worden war. Man ist zu dieser Einsicht schon längst gekommen, wenn sie auch vielleicht aus mancherlei Rücksichten, noch nicht in bestimmter Form zum Ausdrucke gelangt ist. In neuerer Zeit lässt man daher ganz zweckentsprechend in den Luftkanälen, auf deren Austrittsöffnung der Wolpert-Sauger in Anwendung kommt, als eigentlichen Ventilationsmotor eine Wärmequelle behufs Erzeugung einer starken Temperaturdifferenz wirken, und findet, dass wenigstens in den kühleren Jahreszeiten „die Saugwirkung" dieser Ventilationseinrichtung gute Dienste leistet. In Folge ähnlicher Erfahrungen haben wohl auch Gropius und Schmieden beim Bau des städtischen allgemeinen Krankenhauses in Berlin inmitten jedes Ventilationsschlotes, dem ein aus gusseisernen Platten construirter Hut in Form eines Wolpert-Saugers aufgesetzt ist, überdiess das Rauchrohr der Heizanlage, das durch einen kleinen Schüttofen auch ausserhalb der Heizperiode erwärmt werden kann, als constante Wärmequelle eingeschaltet und bis zur Ausmündungsstelle geführt, wenngleich sie auf den Saugeffect des Windes noch ein gutes Stück zu halten scheinen, indem es in der Beschreibung [1]) des Ventilationsmodus u. A. heisst:

pag. 27 „Ausser der Wärme des Rauchrohres ist aber noch die Thätigkeit des Windes von bedeutendem Einfluss auf den Grad der Absaugung in diesem Schlote" und

pag. 28. „Wenn auch bei einigermaassen bewegter Luft, die sich kaum als Wind fühlbar macht, zu Zeiten, wo die Heizung nicht in Betrieb ist, der eben beschriebene Apparat einen ausreichenden Ventilationseffect sichert, so war es doch nothwendig, auch bei völliger Windstille für die Lufterneuerung in den Sälen Sorge zu tragen etc."

Im Widerspruche mit dieser Annahme sind wir der Meinung, dass der grösste Theil des Ventilationseffectes, welcher bei unbedeutender Temperaturdifferenz zu Stande kommt, nicht auf Rech-

---

1) Gropius und Schmieden, Das städtische allgemeine Krankenhaus, Berlin 1876.

nung der Saugwirkung des Windes gesetzt werden darf, sondern vielmehr darauf zurückzuführen sein wird, dass entweder der Wind das Gebäude einfach durchfegt und seinen Weg zum Ventilationsschlot hinaus nimmt, oder dass die stärkere Luftströmung zum Schlote durch Temperaturdifferenz oder durch einen Unterschied im Drucke zwischen der Luft im Gebäude und im Freien veranlasst ist, welcher entsteht, wenn der Wind das Haus umspült oder direct an dasselbe anprellt.

Es muss schliesslich noch in Erwägung gezogen werden, ob man trotz des geringen absoluten Nutzeffectes der Anwendung des Wolpert-Saugers zur Ventilation von Eisenbahnwagen das Wort reden darf.

Auch hier wird nicht der absolute, sondern der relative Nutzeffect die Frage zu entscheiden haben, wenn man schlüssig ist, zunächst nur die Bewegung des Wagens als Ventilationsmotor auszunützen. Wie früher schon bemerkt, hat man wegen der während der Fahrt gegebenen hohen Druckdifferenz nur nöthig, für Ventilationsöffnungen zu sorgen, die so angelegt sind, dass sie vor Luftzug und dem Eindringen von Regen, Russ und Staub Schutz gewähren. Die Aspiration von der Decke eignet sich, insoferne sie in einiger Entfernung von den Passagieren statt hat, hiezu am besten, und hat man nur zu entscheiden, wie sich der Ventilations- resp. Schutzapparat im Vergleich zu einer einfachen Oeffnung von gleichem Querschnitte verhält.

Wir verweisen auf die mitgetheilten Versuche, die in dieser Hinsicht auf Probefahrten gemacht worden sind, und nehmen keinen Anstand, die experimentellen Beobachtungen mit dem Blechkasten auf den Luftwechsel in Eisenbahnwagen behufs Entscheid dieser Frage zu übertragen, da die Verhältnisse bezüglich der Permeabilität der Wandungen sich nicht wesentlich unterscheiden. Gestützt auf diese Erfahrungen empfehlen wir den Wolpert-Sauger aus folgenden Gründen:

1) weil er mehr leistet als ein gleich weiter Ausschnitt in der Decke des Wagens;

2) weil er den Zutritt von Staub, Asche, Funken, Russ und Regen verhindert und nie eine conträre Luftströmung zulässt;

3) weil er durch Zugluft nicht belästigt;

4) weil er billig zu beschaffen, ohne tieferen Eingriff leicht auf jeden Wagen zu setzen und dauerhaft ist, und

5) weil der Betrieb einer solchen Ventilation keine Kosten verursacht.

Freilich muss man bei der Anwendung der Wolpert-Sauger darauf gefasst sein, dass wegen der Veränderlichkeit der Motoren des Luftwechsels die Reinheit der Luft zeitweise Manches zu wünschen übrig lässt, und würde dieses besonders dort der Fall sein, wo bei der Ventilationsanlage an Saugern gespart werden sollte. Es ist daher gewiss besser, zu viele als zu wenige Apparate pro Wagen zu normiren, oder wenigstens den Querschnitt der Ventilationsöffnung nicht zu klein zu wählen.

3) Windfang und Windpresser.

Der drehbare Windfang (Taf. V. Fig. 1) und R. Schmidt's fixer Windpresser (Taf. V. Fig. 2) wurden von uns sowohl auf Probefahrten als auch mit dem Blechkasten auf der Theresienwiese untersucht.

Von der Zweckmässigkeit dieser Apparate haben wir uns keineswegs überzeugen können, und zwar sind die Thatsachen, welche gegen die Einführung sprechen, derart schlagend, dass der Bericht über diesen Theil der Untersuchungen kurz gefasst werden darf.

Beide Apparate leisteten nur in soferne Aussergewöhnliches, als sie Regen, Russ und selbst glühende Kohlenpartikel während der Fahrt in den Wagen warfen. Besonders machte sich diese lästige Beigabe beim Windfange fühlbar und wurde auf einer Probefahrt geradezu unerträglich, so dass wir lieber auf die Bestimmung der Ventilationsgrösse verzichteten, als die Mitfahrenden länger von einem Funkenregen belästigen zu lassen und das Bettzeug der Feuersgefahr auszusetzen. Wir wollen zugeben, dass dieser Missstand sich vielleicht mehr bei unseren Probefahrten geltend gemacht hat, da man hier zu Lande die Locomotive zum Theil mit Torf heizt, dessen Rauch mehr Funken mit sich führt, als die Feuerungsgase der Steinkohle. Aber eine Beschönigung

können wir auf keinen Fall in diesem unserem Tadel gemachten Einwande erblicken, denn abgesehen davon, dass der Steinkohlenrauch von Funken auch nicht ganz frei ist, erscheint es schon schlimm genug, dass durch die Ventilationsöffnung Regen und Staub in den Wagen gelangen kann.

Bei seinem neuen Windpresser hat R. Schmidt als Schutzvorrichtung einen hohlen, mit der Spitze nach unten gekehrten Konus unter die Pulsatormündung geschraubt, welcher gleichzeitig als Regulirapparat dient und die eingeblasene Luft auf eine grössere Fläche verbreiten soll. Zu dem letzteren Zwecke hatte der drehbare Windfang, dessen Verwerthbarkeit übrigens für R. Schmidt so gut wie für uns ein längst überwundener Standpunkt ist, einen mit der Spitze nach oben gerichteten Holzkonus, welcher sich mittelst einer verticalen Schraubenspindel in die trichterförmig erweiterte Mündung mehr oder weniger tief behufs Regulirung des Luftzutrittes einschieben liess. Die Luft trat durch diese Gestalt der Pulsatormündung freilich nicht mehr direct nach unten, sondern mehr in seitlicher Richtung aus, aber gegen das Fühlbarwerden der Zugluft war nur für den unter dem Holzkonus befindlichen Passagier Abhilfe getroffen, während die auf den obersten Bahren Gelagerten darunter noch mehr als zuvor zu leiden hatten. Dagegen wurde in R. Schmidt's Wagen, in welchem der Raum weniger ausgenützt und nur die Lagerung von 8 Verwundeten in Aussicht genommen ist, keine Zugluft bemerkt, weil die Entfernung der Bahren vom Pulsator eine grössere ist. Gegen diesen im bayerischen Lazarethwaggon empfundenen Fehler der Pulsion könnte vielleicht eine sogenannte Porenventilation im Sinne Scharraths sich wirksam erweisen, indem man versuchte, den aus dem Pulsator tretenden Luftstrom sofort auf einen möglichst grossen Querschnitt durch Einschaltung von ausgebreiteten Tüchern oder feinen Drahtnetzen zu vertheilen. Ueber den Werth eines solchen Vorschlages haben wir keine Erfahrung, weil die Art der Ausführung vorerst noch in das Bereich der Technik gehört.

Wie schon bemerkt, hat R. Schmidt die Erfahrung gemacht, dass der Windfang in Folge der mit der Zeit eintretenden Abnahme seiner Beweglichkeit mitunter den Dienst versagt. Wir

können dieses bestätigen und fügen hinzu, dass selbst neue Apparate dieser Art nur dann automatisch der Wind- oder Fahrrichtung folgen, wenn die Gelenkverbindung mit besonderer Sorgfalt gefertigt ist.

R. Schmidt's Windpresser älterer Construction führte bei einer Temperaturdifferenz von 3.6° C. während der Fahrt die Luft mit einer Geschwindigkeit von 3.5 Meter p. Secunde ein, es sank aber diese Leistung, als der Wagen auf der Station im Freien still stand, unter Null, d. h. der Pulsationsapparat begann zu saugen, obgleich der Wind mit einer Stärke von 2.2 Meter p. Secunde blies. Es hat sich mithin dieser Windpresser seiner Bestimmung nicht gewachsen erwiesen, und wird die Ursache wohl weniger in der Construction zu suchen sein, als in der Wahl des dem Pulsator im Ventilationssystem angewiesenen Platzes, weil überhaupt ein Luftstrom, der von der Decke aus in den Wagen zu dringen sucht, in einer bald mehr bald weniger kräftigen Gegenströmung der Luft im Wagen selbst auf ein Hinderniss stösst, welches durch die Temperatur- und Druckdifferenz zwischen der Luft im Wagen und der Atmosphäre veranlasst ist.

Ueber R. Schmidt's Windpresser neuester Construction (Taf. VI. Fig. 1) liegt uns nur das Ergebniss der Probefahrt des Herrn Dr. Friedrich zwischen Ludwigshafen und Kaiserslautern vor, welches sich auf die Gesammtleistung des Systems bezieht.

Es ist bekannt, dass der Nutzeffect des beweglichen Windpressers von Wolpert ein befriedigender ist, so lange keine grosse Temperaturdifferenz der eintretenden Luftströmung entgegenwirkt, und wird auch der in rationeller Weise construirte Apparat R. Schmidt's zeitweise sich bewähren können. Bei Berechnung der Ventilationsgrösse aus Anemometermessungen darf jedoch nicht ausser Acht bleiben, dass während des Versuches nur ein Bruchtheil des Querschnittes in Function war, indem die Luftzufuhr zumeist nur in den der Fahrrichung zugekehrten Luftkammern stattfindet. Das anemometrische Verfahren ist überdies erschwert, weil die Messung nicht damit vereinfacht werden darf, dass man den konischen Blechteller losschraubt. Der Konus bietet dem eintretenden Luftstrome so viel Widerstand, dass er nicht ausser Rechnung bleiben darf.

Die Angaben R. Schmidt's über den Ventilationseffect dieses neuen Windpressers entziehen sich unserer Kritik, weil der Werth nur schätzungsweise berechnet ist; die als bescheidenstes Maass angenommene Luftzufuhr von 200 Cubikmetern p. Stunde wurde in der erwähnten Probefahrt kaum vom ganzen System als mittlerer Gesammteffect erreicht.

Die Befürchtung, dass die der Fahrrichtung entgegengesetzten Luftkammern dieses Apparates durch Saugwirkung (im Sinne Wolpert's) einen Theil der zugeführten Luft sofort wieder abführen, hat für uns keine Bedeutung, nachdem wir die Saugkraft des Windes bemessen gelernt haben. Der Konus kann einigermaassen verhüten, dass die Wagenluft in Folge der durch Temperatur- und Druckdifferenz veranlassten Strömung diesen Weg nach Aussen nimmt.

4) R. Schmidt's Ventilationssystem.

In den vorhergehenden Abschnitten wurde über Beobachtungen berichtet, welche wir an einzelnen Theilen dieses Ventilationsmodus angestellt haben, und erübrigt noch, in der Voruntersuchung des Mantelofens zu gedenken, ehe wir zur Besprechung des ganzen Systems übergehen.

Auf den von der k. b. Commission „für Bereitstellung von Sanitätszügen“ veranlassten Probefahrten war statt des Meidinger-Füllofens der für den bayr. Sanitätswagen normirte Mantelofen in Anwendung, ein kleiner eiserner Holzofen, der mit einem nach Aussen communicirenden Mantel umgeben ist; unter dem Wagen ist ähnlich wie bei R. Schmidt's Ofen ein Windfang angebracht, welcher die äussere Luft zum Mantel führt.

Unsere an diesem Ofen gemachten Erfahrungen sind zwar direct keineswegs übertragbar auf die Verhältnisse des Meidinger-Ofens, da dessen Mantel einen anderen Querschnitt hat, jedoch können sie als eine genügend sichere Grundlage für die Kritik der Beobachtungsweise dienen.

Wir waren Anfangs nicht abgeneigt, den Ventilationseffect dieses Apparates durch die Berechnung der theoretischen Ausflussgeschwindigkeit zu bemessen, und hätten wohl auch, wie R. Schmidt

und andere Beobachter mit den rechnerischen Ergebnissen uns begnügt, wenn nicht das Gesammtresultat des durch den Ofen und den freiwilligen Ventilationsvorgang stattgehabten Luftwechsels bei der Lindauer Probefahrt so unerwartet nieder ausgefallen wäre. Wie früher bemerkt, haben wir bei der Bestimmung des Effectes der freiwilligen Ventilation die Mitwirkung des Ofens nicht ausschliessen können, und für beide trotz der Temperaturdifferenz von 23.7° C. im Mittel nur 110.5 Cubikmeter Gesammtluftwechsel gefunden. In der Wirklichkeit ist sonach der Ventilationswerth dieses Ofens, selbst wenn man zu seinen Gunsten für die Grösse des freiwilligen Luftwechsels Null setzen wollte, ein sehr geringer.

Wie bezüglich des Ofens das von R. Schmidt publicirte Beobachtungsresultat einer strengen objectiven Kritik nicht Stand zu halten vermag, so muss auch die Art, wie er und Andere den Gesammteffect seiner Ventilationseinrichtung bestimmt haben, zum Mindesten als eine gewagte bezeichnet werden. Die in den verschiedenen Abhandlungen und Gutachten niedergelegten Erfahrungen über die Leistung sind einfach dadurch gewonnen, dass man die mittlere Geschwindigkeit, mit welcher ein Sauger arbeitet, als das arithmetische Mittel aus einer Reihe von Anemometerbeobachtungen, welche auf der Station und während der Fahrt, oder vielleicht nur auf der Höhe der Fahrt gemacht worden sind, berechnet und mit der Anzahl der Sauger multiplicirt hat, und zwar ohne je sich zuvor mit der Frage befasst zu haben, ob denn die Wirkung der 4 Sauger eine gleichmässige ist. Uns erscheint die Voraussetzung durchaus nicht gerechtfertigt, dass die 4 Sauger des Systems gerade das Vierfache der Ventilationsgrösse des einen leisten müssen, den man zufällig als Untersuchungsobjekt gewählt hatte.

Zu dieser Lücke, welche in der Zusammenstellung der Versuchszahlen gelassen ist, gesellt sich noch die weitere willkührliche Annahme, dass die im vorliegenden System angewandten 6 Apparate sich in der Leistung gegenseitig unterstützen, und nach Maassgabe ihres, in der Einzelprüfung ermittelten Werthes gleichzeitig zur Verbesserung der Luftbeschaffenheit beitragen.

In seiner für die Brüsseler Ausstellung verfassten Abhandlung bemisst R. Schmidt die Ventilationsgrösse

	während d. Fahrt	auf der Station	im Mittel
des Ofens zu	648 Cubikmeter	270 Cubikmeter	— Cubikm.
der 4 Wolpert-Sauger zu	680 „	160 „ bei 2 bis 3 Meter p. S. Wind	420 „
des neuen Pulsators[1]) zu	200 „	— Cubikmeter	— „

Wir müssen die Untersuchungen, auf welche sich diese Angaben stützen, aus den angeführten Gründen für ungenügend erklären.

Die aus den Voruntersuchungen über die Componenten von R. Schmidt's Ventilationssystem gewonnenen Erfahrungen lassen es uns zweifelhaft erscheinen, dass die mittlere Leistungsfähigkeit eine so hohe sein kann, wie der Erfinder angibt. Ueberdies liegt uns der stricte Nachweis vor, dass selbst während der Fahrt das Ventilationssystem auch gegenüber den von uns normirten mässigen Anforderungen im Stiche lassen kann, wie es im Voraus unsere Erörterungen über den Werth des Ventilationsmotors plausibel erscheinen lassen.

Am 26. April 1876 wurde für das k. b. Kriegsministerium vom Oberstabsarzte Herrn Dr. Friedrich mit dem Originalwagen, und zwar im Beisein des Erfinders eine Probefahrt zwischen Ludwigshafen und Kaiserslautern gemacht, und stützt sich das nachstehende Resultat derselben auf Kohlensäurebestimmungen, welche der Chemiker Hr. Ernst Louis genau nach dem im hygienischen Institute zu München gebräuchlichen Verfahren vorgenommen hat.

(Siehe die Tabelle auf Seite 676.)

Ueber die Anemometermessungen gibt Dr. Friedrich an, dass sowohl auf dem Hin- als dem Rückwege die Luftströmung im Sauger oft während der Fahrt pausirte, und dass die wenigen Messungen, welche vorliegen, nur während der höchsten Fahrgeschwindigkeit haben gemacht werden können. Der Vergleich der anemometrischen Resultate mit dem aus den Kohlensäurebestimm-

1) Diese Angabe beruht auf einer Schätzung, welche auf Grund von Beobachtungen an einem kleineren Apparate vorgenommen ist.

	Versuchsnummer	Zeit	Temperatur im Wagen	Temperatur im Freien	Personen im Wagen	Kohlensäure per Mille	Ventilationsgrösse in Cubikmetern	anemometrisch gemessene Leistung eines Wolpert-Saugers an der Winter-Oeffnung	anemometrisch gemessene Leistung eines Wolpert-Saugers an der Sommer-Oeffnung	Bemerkungen
		9h45′ Abfahrt			6	—	—	41.8	—	Ofen geheizt.
					6	—	—	36.8	94 8	
Hinfahrt	1	10h30′	24.8	13.7	9	1.79	131.6	—	—	
	2	10h55′	26.6	15.0	9	2.19	288.3	—	81.4	
	3	11h5′	25.6	13.7	9	1.40		—	—	
	4	11h25′	24.0	13.7	9	1.73	179.4	—	90.5	
	5	11h45′	22.8	11.2	9	1.20	302.3	—	101.9	
		3h30′ Abfahrt							92.1	
Rückfahrt	6	4h25′	19.4	12.0	9	1.49	133.1	52.1	134.7	Ofen nicht geheizt.
	7	4h55′	—	—	9	1.91	162.0	92.9	50.5	
	8	5h10′	20.5	11.2	9	1.93		—	—	NB. Die Berechnung ist unterlassen, weil vor dieser CO_2-Bestimmung ein Windpresser geschraubt worden war.
	9	5h25	20.0	13.7	9	1.09	NB.	—	—	
	10	5h40	19.8	13.7	9	2.15	92.0	—	—	

ungen berechneten Gesammtluftwechsel beweist, wie vorsichtig man sein sollte, aus solchen kurzen Anemometerversuchen auf die Grösse der Leistung eines Apparates oder gar eines ganzen Ventilationssystems zu schliessen.

Gegen diese Probefahrt sind uns folgende Bedenken zu Ohren gekommen:

1) man hätte den Ventilationsvorgang durch die Anemometermessungen, und auch einmal durch Schrauben am Pulsator-Konus gestört;
2) die durch den Pulsator eingetretene Luft sei durch die geöffnete Sommerklappe sofort wieder abgeströmt, wodurch
3) die Mischung der Luft eine ungleichmässige geworden sein könnte, indem vielleicht in der Tischhöhe, wo man die Luftprobe entnommen hat, der Kohlensäuregehalt höher gewesen sei als oben;
4) der Ofen habe wegen zu hoher Aussentemperatur auf der Heimfahrt nicht geheizt werden können, und sei in Folge dessen ein Mangel an Luftzufuhr entstanden, welcher die Wirkung der Sauger durch Luftverdünnung behindert habe.

Wir sind vorderhand nicht geneigt, uns zu einer Discussion dieser Einwände herbeizulassen, so wenig es auch schwer fallen dürfte, die Nichtigkeit derselben durch eine Reihe von Gegengründen

klar zu legen. Anstatt sich weiter um Erklärungsversuche über den wenig befriedigenden Ausfall einer Probefahrt zu mühen, auf welcher zum erstenmale in der Kohlensäurebestimmung der richtige Maassstab angelegt worden war, dürfte es fruchtbringender sein, mit geeigneteren Mitteln die Beobachtungen wiederholen zu lassen, welche bisher für die Beurtheilung des Systems maassgebend waren.

Mit mehr Berechtigung als bei den obigen Einwänden liesse sich sagen, dass der Ventilationsmodus durch die Combination von Pulsion und Suction nicht mit der Ruhe und Gleichmässigkeit vor sich gehe, welche die Seidel'sche Formel voraussetzt. Nun zeigt aber gerade die Construktion der Formel die Eigenthümlichkeit, dass in einem solchen Falle die Leistungsgrösse des Ventilationsapparates nicht unter-, sondern überschätzt werden könnte, wie in der Methodik entwickelt worden ist.

In jüngster Zeit wurden weitere Beobachtungen[1]) publicirt, welche behufs Erstellung eines zweiten Gutachtens an das k. k. Reichskriegsministerium zu Wien über R. Schmidt's System angestellt worden sind. Man hat 4 Güterwagen mit verschiedenen Ventilationseinrichtungen versehen, und noch einen fünften Wagen als Vergleichsobject ohne künstliche Vorrichtung für den Luftwechsel in den Kreis der Beobachtungen gezogen.

Die Bestimmung des Ventilationseffectes geschah nur mit Anemometermessungen in der gleichen Weise wie bei R. Schmidt und ist die Kohlensäure lediglich bestimmt worden, um die Qualität der Wagenluft in Zahlen auszudrücken.

Bei diesen Untersuchungen kommt nun ferner in Betracht, dass die Wandungen des Fahrmaterials sehr undicht waren, und so keine Möglichkeit bestand, den Werth der zur Probe aufgesetzten Ventilationsapparate mit dem Anemometer richtig zu bemessen, weil die

1) a. Brüsseler Congress Sect. II, Div. B am 2. Oktober 1876;
b. „Der Militärarzt", Wien 1876, Nr. 19;
c. Auszug aus dem Berichte über die im Auftrage des k. k. Reichs-Kriegsministerium am 31. Juli, 2. und 8. August 1876 durchgeführten Ventilationsversuche an Eisenbahnkrankenwagen. Herr R. Schmidt hatte die Güte, uns von dem ihm zugesandten Exemplar Einsicht nehmen zu lassen.

äussere Luft einfach den Wagen hat durchfegen und ihren Weg direct durch die Apparate nehmen können.

Ueberdiess haben sich nur die Wagen III und V in Bezug auf die Grösse der freiwilligen Ventilation gleich verhalten, während die übrigen Wagen, deren Ventilationseinrichtung mit R. Schmidt's System in Vergleich gezogen werden sollte, dem natürlichen Luftwechsel einen verschieden grossen Gesammtquerschnitt der Oeffnungen geboten haben müssen, so weit sich aus der Kohlensäureprüfung der in geschlossener Halle stehenden Wagen entnehmen lässt; ein Nachweis über das Verhalten der Wagenluft bei Ausschaltung der Apparate während der Fahrt fehlt.

Gegen die Kohlensäurebestimmungen müssen wir noch das Bedenken äussern, ob nicht dem Barytwasser, das zwar „alkalifrei" war, der Zusatz von Chlorbaryum gefehlt hat, auf dessen Unentbehrlichkeit wir bei Beschreibung der Methode aufmerksam gemacht haben.

Wenn erwiesen werden könnte, dass die Beobachtungszahlen unantastbar sind, bliebe uns doch unverständlich, wie das Gutachten aus denselben einen Schluss zu Gunsten des Systems von R. Schmidt hat ziehen können; denn trotz des einseitigen Vertrauens auf die Anemometermessungen hätte man nicht übersehen dürfen, dass die Luft des Controlwagens ohne Ventilationseinrichtung (V) auf der Station einen Kohlensäuregehalt von 0.45 p. M., dagegen der Wagen III mit der Ventilation 0.74 p. M. hatte, und während der Fahrt nur ein Unterschied von 0.05 p. M. Kohlensäure zu Ungunsten des Controlwagens eingetreten war!

R. Schmidt verfolgt bei seinem System das Ziel, die ungleichmässige Vertheilung der Wärme durch den Luftwechsel zu bekämpfen, und zwar soll der Pulsator direct abkühlend wirken, während die Sauger dadurch, dass sie bis zum Boden geführt sind, im Winter eine Strömung der wärmeren Luft nach Unten veranlassen.

Da man auch ohne Pulsator dem Ventilationsbedürfnisse genügen könnte, muss man fragen, ob denn der in Bezug auf die Abkühlung der Luft unter der Decke erreichte Nutzen den Nachtheil überwiegt, welchen das Pulsationsverfahren durch Bewirkung von Zugluft für die auf den obersten Bahren liegenden Wageninsassen

besonders bei der Lagerung in zwei und drei Etagen mit sich bringt. Läge nicht in der Einführung eines zweiten Ofenmantels für den Winter und einer Segeltuchplache oder Doppeldecke für den Sommer die Möglichkeit vor, der ungleichen Vertheilung der Wärme zu begegnen, so würden auch wir dem Pulsator das Wort reden und uns nach Schutzmitteln vor Zugluft umgesehen haben.

Auch die Einrichtung, die Luft am Boden abzusaugen, ist eine Vervollkommnung, die auf der anderen Seite Nachtheile mit sich bringt, indem sie nur auf Kosten der Leistungsfähigkeit der Wolpert-Sauger erreicht werden kann. Unsere Versuche über den Einfluss der verschiedenen Rohrhöhe auf die Leistung des Saugers, stehen uns nicht allein für diese Behauptung zur Seite, sondern es weist auch die Probefahrt Dr. Friedrich's nach, dass die Luftströmung an der Sommeröffnung entschieden stärker ist als an der unteren für die Winterventilation bestimmten Mündung der Sauger. Man könnte zwar meinen, dass die verschiedene Wärmevertheilung im Wagen einen günstigen Einfluss auf den Ventilationseffect durch Erwärmung des oberen Theiles der Röhre ausübe, und eine Kaminwirkung herstelle. Dem ist aber keineswegs so; denn die Erwärmung der Röhre ist an sich zu unbedeutend, als dass sie als Ventilationsmotor in merklicher Weise sich geltend machen könnte. Sieht man von der ventilirenden Wirkung der Sauger ab, so besteht überdiess zwischen Rohr und Wagen ein Gleichgewichtszustand der Luftsäulen der mit der Gleichgewichtslage von gleich dichten Flüssigkeiten in communicirenden Gefässen übereinstimmt, und als solcher der Wirkung der Wolpert-Sauger nicht förderlich sein kann.

Wir anerkennen R. Schmidt's Verdienst, die Ventilationsfrage durch seine Rührigkeit in Fluss gebracht zu haben, und bedauern angesichts des redlichen Strebens und der Opferwilligkeit, welche er seit Jahren auf dem Gebiete des Verwundetentransportwesens bekundet hat, dass wir im Interesse der guten Sache den Angaben seiner Abhandlungen widersprechen müssen. Die angenommene Leistungsfähigkeit halten wir für entschieden zu hoch gegriffen und möchten, bis weitere Untersuchungen vorliegen, die Werthangaben wenigstens doch dahin reducirt wissen, dass das Ventilationssystem von R. Schmidt dem von uns normirten nieder-

sten Ventilationsbedarf von 21 Cubikmetern per Kopf und Stunde unter einigermaassen günstigen äusseren Bedingungen genügen wird, weil ja für Ventilationsöffnungen in ausreichendem Maasse Sorge getragen ist.

5) Dachreiter- oder Dachfirstventilation.

Es stehen uns nur über den Dachreiter des Sleeping-car[1]) eigene Erfahrungen zu Gebote, dessen Ventilations-Einrichtung sich durch Schutzkappen über den Registern etwas von den anderen unterscheidet. Die Ventilationsöffnung im Dachreiter beträgt, abgesehen von einer Verengerung des Querschnittes durch das Drahtnetz etwa 0.4 □Meter. Der Wagenraum beträgt auf 8 Personen 19.4 Cubikmeter, und bietet sonach einen kleineren Luftcubus, als im bayr. Lazarethwagen. In quantitativer Beziehung hat die zur Prüfung dieser Ventilations-Einrichtung nach Kirchseeon gemachte Fahrt Folgendes ergeben:

	Versuchsnummer	Zeit von einem Versuch zum andern	Temperatur im Wagen, Entfernung vom Boden: 25 cm.	80 cm.	160 cm.	Temperatur im Freien	Kohlensäure per Mille	Ventilationsgrösse per Stunde in Cubikmetern		Bemerkungen
		Minuten	°C	°C	°C	°C				
Hinfahrt	1	25	14.4	15.2	15.0	9.5	1.71			Der Wind trifft mit 3.1 mtr. Geschwindigkeit die Ventilationsseite des Dachreiters
Hinfahrt	2	25	14.0	14.0	15.6	8.6	0.75	363.8	296.8	
Hinfahrt	3	27	14.0	14.0	15.0	8.0	1.23	220.9		
Rückfahrt	4	21	14.0	14.4	15.6	6.1	1.85	117.1		Auf der Station.
Rückfahrt	5	32	13.2	13.1	15.0	6.1	1.73	136.1	132.5	Der Wind trifft die geschlossenen Fensterklappen d. Dachreiters m. 3.2 mtr. Gesch.
Rückfahrt	6	7	13.2	13.1	15.0	5.1	1.77	129.0		

Der Luftwechsel wurde im Allgemeinen frei von Gegenströmungen gefunden, und die Bewegung der Luft nicht gefühlt. Nur bei der Abfahrt ist eine Störung dadurch eingetreten, dass die der Fahrrichtung mit der Concavität zugekehrte Schutzkappe, soweit

---

1) Schlafwagen von der Firma: Mann & Comp. in Brüssel.

das Drahtnetz es zuliess, Rauch und Russ in den Wagen geworfen hat, weil man versäumt hatte, vor der Abfahrt die Klappenstellung entsprechend der Fahrrichtung zu ändern. Es dauerte etwa fünf Minuten bis der Apparat in Ordnung und der Luftwechsel richtig im Gange war; die erste Kohlensäurebestimmung ist daher vorsichtshalber ausser Rechnung gelassen worden.

Auf diese Weise verrieth sich schon bei Beginn der Fahrt die Unzweckmässigkeit der Schutzkappe, welche eine entbehrliche Beigabe zum Apparat zu sein scheint. Aus dem Umstande, dass nur eine Seite des Dachreiters in Function sein kann, resultirt überdies der Mangel, dass der Apparat noch mehr als alle anderen in seiner Wirksamkeit vom Verhältnisse der Wind- zur Zugrichtung abhängig ist. Unsere Versuchsreihe zeigt, dass bei ungünstiger Gestaltung dieses Verhältnisses die Leistung der Ventilation auf die Hälfte des Effectes herabsinken kann, welcher sonst bei günstigem Winde gefunden wird.

Gegenüber dem Ventilationsbedarf für 8 Personen der zwischen 304 und 168 Cubikmeter liegt, erweist sich dieser sonst als besonders leistungsfähig bezeichnete Ventilationsmodus als ungenügend, sobald der Wagen eine dem Apparat ungünstige Stellung nimmt. Dadurch erscheint der Werth einer derart kostspieligen Einrichtung illusorisch. solange nicht Abhülfe getroffen wird.

Die Ungleichmässigkeit der Leistung, welche auf einer Bahnlinie mit vielen Curven und häufigem Terrainwechsel noch mehr als bei unserer Probefahrt zu Tage treten muss, liesse sich vielleicht dadurch vermeiden, dass man durch eine wenig eingreifende Abänderung die beiden Seiten der Dachfirst in Wirkung setzt, was schon durch die Entfernung der Schutzkappen erzielt werden könnte. Auch wäre die Frage zu erwägen, ob man nicht dem durch die horizontalen Register veranlassten Widerstand für den Luftwechsel vielleicht durch Stäbe's Vorschlag abhelfen könnte. Unsere Bedenken, welche wir in dieser Hinsicht schon bei dem Luftschieber geäussert haben, treffen aber die Ventilationsanlage des Sleeping-car keineswegs allein, sondern sie gelten ebensogut der Dachlaterne uud jeder Ventilationsöffnung, welche in solche Schutzvorrichtungen gegen den Regen ausmündet.

Leider gibt das Wiener Gutachten auch über die Dachlaternen bezüglich der quantitativen Verhältnisse des Luftwechsels ungenügenden Aufschluss, indem der Berechnung nur Anemometermessungen zu Grunde gelegt sind, aus welchen man nicht einmal mit annähernder Richtigkeit die Grösse der durch die vier Fensterklappen ermittelten Ventilation erfährt. Selbst wenn die Beobachtung gleichzeitig an allen Ventilationsöffnungen während einer längeren Versuchsdauer stattgefunden hätte, bliebe noch das Bedenken, dass die Luftbewegung nicht gleichmässig auf den vollen Querschnitt vertheilt war. Ueber diesen Punkt setzt sich das Gutachten damit hinweg, dass es „schätzungsweise“ für die Berechnung der Ventilationsgrösse annimmt, es hätte nur ein Drittel der Ventilationsöffnung beim Luftwechsel mitgewirkt. Dieser Annahme fehlt, wie man mit dem Ausdrucke „schätzungsweise“ bekennt, die nöthige experimentelle Grundlage.

Für uns ist es mehr als wahrscheinlich, dass sich die Luftbewegung, wenn auch nicht gleichmässig, so doch auf den ganzen Querschnitt vertheilt, und der störende Einfluss von Seiten der Register und der seitlichen Lage der Ventilationsöffnungen im Wesentlichen schon in einer Verminderung der Luftgeschwindigkeit sich ausdrückt. Die Erfahrungen an den Luftschiebern bestärken uns in der Ansicht, dass bei der Rechnung ein Abzug an dem Querschnitt vorderhand nicht gerechtfertigt erscheint. Man darf in dieser Hinsicht den Ventilationsvorgang der Luftschieber zu Rathe ziehen. weil sie sowohl die seitliche Lage als auch die Register mit den Ventilationsöffnungen der Dachfirst gemein haben, und ferner dadurch vergleichbar sind, dass in der Schiebervorrichtung der Luftbewegung ebensogut wie beim Dachreiter mit den Fensterklappen eine Vorkehrung in den Weg gestellt ist, welche auf die Ausbreitung des Luftstromes wesentlich zu wirken vermag.

Bezüglich der Art der Kohlensäurebestimmung und des undichten Wagenmaterials gilt die gleiche Kritik, welche wir über das Gutachten bei Besprechung des Systems R. Schmidt gefällt haben.

Der von uns gegenüber dem Luftschieber ausgesprochene Tadel, dass mitunter das Alterniren der von beiden Seiten stattfindenden Luftbewegung sich in unangenehmer Weise fühlbar macht, gilt nicht

der Dachfirstventilation und am wenigsten der Einrichtung des Sleeping-car, bei welcher durch das einseitige Oeffnen der Fensterklappen und durch die Schutzkappe jede Schwankung in der Richtung des Luftstromes vermieden ist. Die Oscillationen der Luftbewegung kommen zwar beim gewöhnlichen Dachreiter zum Mindesten in der gleichen Häufigkeit, wie bei den Luftschiebern vor, aber sie finden in einer solchen Entfernung von den Wageninsassen statt, dass sie keine Störung verursachen. Vielleicht wird die Luftströmung erst dann als Zugluft fühlbar, wenn die Geschwindigkeit in Folge einer Abänderung an den Registern eine grössere geworden ist. Für diesen Fall steht der Technik wahrscheinlich ein Mittel für die Abhülfe in Scharrath's Porenventilation zu Gebote.

Die Ausnützung der Ventilationsöffnungen zu beiden Seiten der Dachfirst könnte den Nachtheil involviren, dass der Luftwechsel dem eigentlichen Wagenraum nicht vollständig zu Gute kommt, indem ein Theil der einströmenden Luft auf der anderen Seite der Dachfirst sofort wieder entweicht. Es kann diese Frage, welche für die Beurtheilung des Werthes der Dachfirst sehr wichtig ist, durch Bestimmungen der Ventilationsgrösse aus Kohlensäure-Analysen und gleichzeitige Anemometermessungen leicht entschieden werden.

Die in Barakenanlagen gemachte Erfahrung über Dachfirstventilation bringt noch den Einwand, dass für den Winter sich die Einrichtung mit der Heizung nicht verträgt, indem die erwärmte Luft zum guten Theil durch die Fensterklappen sofort den Weg in's Freie sucht.[1]) Es ist dieses aber die Achillesferse jeder wirksamen Ventilationsanlage, denn das raschere Entweichen der erwärmten Luft dient zur Steigerung der Luftzufuhr, und der grössere Luftwechsel kann im Winter nur auf Kosten der Heizung stattfinden, weil die zugeführte Luft grosse Wärmemengen für sich in Anspruch nimmt.

R. Schmidt allein hat es versucht, diesen Antagonismus in seinem System einigermaassen auszugleichen; ob es ihm gelungen ist, ohne andere Nachtheile dagegen eintauschen zu müssen, haben erst weitere Untersuchungen zu beweisen.

---

1) **Billroth**, chirurgische Briefe, Nr. 33, pag. 55.

Weder durch unsere Beobachtungen am Sleeping-car noch durch die Angaben des Wiener Gutachtens ist demnach entschieden, dass der Dachreiter oder die Dachlaterne eine unnütze Ventilationseinrichtung ist, deren Vortheil die Herstellungskosten lange nicht deckt. Wir würden bedauern, wenn in Folge der vorliegenden Untersuchungen das warme Interesse schon erkalten sollte, welches diesem Ventilationsmodus zu Theil geworden ist.

Die bisherigen Erfahrungen sollten die Interessenten auf gewisse Mängel aufmerksam machen, welchen sich wahrscheinlich von Seiten der Technik begegnen lässt. Vorderhand dürfte noch die Dachfirst als ein günstiger Vorversuch gelten für die gleichzeitige Vornahme der Construction des Wagens und der Ventilationsanlage.

Um überhaupt zu entscheiden, welche Ventilationseinrichtung für Eisenbahnwagen des gewöhnlichen Verkehrs und des Verwundetentransportes die beste sei, bedarf es noch mancher Probefahrt und vieler exacter Beobachtungen.

VIII. Heizung und Abkühlung der Luft.

Für den Menschen ist es Lebensbedingung, dass sein Körper, sei es durch Leitung, Strahlung oder Wasserverdunstung, fortwährend Wärme an das Medium, in dem er gerade lebt, abgebe, und hängt die Grösse der Entwärmung zunächst von dem Verhältnisse der Eigenwärme des Individuums zu der Temperatur seiner Umgebung ab. Diese naturgemässe Wärmeabgabe muss, wenn unter ihr das Wohlbefinden nicht leiden soll, gewisse Schranken einhalten und sollte nicht einzelne Körpertheile, sondern den ganzen Körper gleichmässig treffen.

Die Grenzen der Temperatur des Mediums, innerhalb welcher die Entwärmung für den Menschen unbewusst und ohne Störung der Behaglichkeit vor sich geht, sind in Wohnräumen enger gezogen als im Freien. Je nachdem ein Mangel an Bewegung und in Folge dessen eine Verzögerung der Blutcirculation vorliegt, wird in geschlossenen Räumen das Uebermaass der Wärmeabgabe als

Kältegefühl, Frösteln, schon wenige Zehntelsgrade unter 18.5 °C. empfunden, dagegen wird eine unbedeutende Steigerung der Lufttemperatur schon lästig, wenn, wie in dichtgedrängten Versammlungen, die Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung fast vollständig unterdrückt ist, und die gleichfalls behinderte Wasserverdunstung von Haut und Lungen zur Entwärmung nicht ausreicht.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass in einem besetzten Eisenbahncoupé oder Waggon die Bedingungen für die Gleichmässigkeit der Entwärmung besonders im Winter sich sehr ungünstig gestalten, indem die Wände und Glasfenster, abgesehen von den Undichtheiten, als relativ gute Wärmeleiter die in den Ecken sitzenden Passagiere einseitig stark abkühlen, während die andere Körperhälfte derselben in der Wärmeabgabe durch die Eigenwärme des Nachbarn behindert ist. Unter allen Umständen ist für die Inhaber der Mittelsitze die Entwärmung des Rumpfes durch dichtes Aneinandersitzen sehr herabgesetzt; es können Kopf und untere Extremitäten frieren, während der Rumpf von Hitzgefühl gequält wird. Nach längerer Fahrt, wenn die Wageninsassen durch ihre Eigenwärme den Raum nach und nach ausgeheizt haben, wird der Zustand unerträglich, weil durch die eindringende kalte Luft, welche wegen ihres grösseren specifischen Gewichtes den Boden sucht, die leichtere warme Luft nach oben gedrängt wird, und so Temperaturverhältnisse im Wagen entstehen, welche der alten Gesundheitsregel: „Füsse warm, Kopf kalt“ ganz und gar widersprechen.

Selbst die anerkennenswerthe Fürsorge der Eisenbahndirectionen, dem reisenden Publikum für den Winter nur geheizte Wagenräume zu bieten, hat diesen Missständen keine Abhilfe gebracht. Seit man von den Fusswärmern der guten alten Zeit abgekommen ist, hat man auf vielen Eisenbahnen die Heizvorrichtung als Briquette- oder Dampfheizung im Coupé unter die Sitze verlegt, dabei aber zumeist versäumt, der Erwärmung des Sitzes durch Einschalten schlechter Wärmeleiter wirksam entgegenzutreten, so dass die Passagiere zu der Qual einer ungenügenden Entwärmung des Rumpfes noch die von unten kommende strahlende Wärme ausstehen müssen.

In einem Lazarethwagen macht sich bei der Lagerung in zwei Etagen die Ungleichheit der Wärmevertheilung Sommers wie Winters

gerade wegen der geringen Höhe des Wagenraumes derart geltend, dass Abhilfe noch dringender geboten ist als im gewöhnlichen Verkehr. Wir fanden zwar nur 2.5 bis 3.8° C (ausnahmsweise einmal 6.2° C) Differenz zwischen Decke und Boden; aber selbst diese anscheinend kleine Temperaturdifferenz kann zu einer lästigen Erscheinung werden, und ist keineswegs sanitär gleichgültig, weil sich für die Kranken und Verwundeten eine einseitige Abkühlung, sei es durch Ableiten von Wärme zu den kalten Wänden oder durch Zuströmen kälterer Luft aus vorhandenen Oeffnungen, gewöhnlich zu diesem Uebelstande gesellt.

1. Schutz gegen die durch Decke, Boden und Wände wirkenden Temperatureinflüsse.

von Derschau[1]) hat bei Construction der k. russischen Hofwagen daran gedacht, für den Sommer der Erhitzung der obersten Luftschichten durch die Strahlen der Sonne mittelst eines Anstriches des Wagendaches von weisser Oelfarbe und einer zweiten Wagendecke entgegenzuwirken. Das Doppeldach mit isolirender Luftschichte ist für die Wagen des Verwundetentransportes schon von mehreren Seiten empfohlen worden, wird aber besonders wegen des Kostenpunktes immer auf Einwände von Seiten der Eisenbahnbehörden stossen, weil es sich ja in den meisten Fällen nicht um Neubeschaffung von Fahrmaterial für den Verwundetentransport, sondern um Adaptirung von vorhandenen Güter- oder Personenwagen handelt.

Die russischen Lazarethwagen* sind zum Schutze vor Sonnenhitze und wohl auch zur Verminderung der Wärmeableitung an der Decke mit Filz ausgepolstert, es lässt sich aber gegen diese Einrichtung geltend machen, dass dieselbe leicht zur Keimstätte für die Agentien der Wundkrankheiten werden kann.

Der Hauptmann des königl. bayerischen Generalstabes Herr Giehrl wies bei einer unserer Probefahrten darauf hin, dass eine Abkühlung der Luft mit Benützung der Verdunstungskälte so erzielt werden könnte, dass man aussen die Decke mit Filz belegt und diesen durch Begiessen mit Wasser stets feucht erhält. Für

1) Etude sur le chauffage et la ventilation etc.

diesen Vorschlag sind wir zwar eingenommen, wollen uns jedoch der Besorgniss nicht entschlagen, dass durch die Funken, welche die Locomotive auswirft, der Wagen in Feuersgefahr kommen könnte, sobald die Befeuchtung der Filzdecke nicht rechtzeitig stattfindet; letzteres ist um so eher möglich, als bei der wechselnden Raschheit der Verdunstung sich nicht im Voraus bestimmen lässt, wie oft das Begiessen vorzunehmen ist. Ueber die Anwendung einer Filzsorte, die man nach irgend einem jetzt bekannten Verfahren behufs Verminderung der Feuersgefahr imprägnirt hat, fehlt vorläufig die Erfahrung, und sind Versuche in dieser Richtung mit den bis jetzt bekannten Mitteln z. B. mit Wasserglas erst zu machen.

Das Wiener Gutachten berichtet über Versuche, welche man mittelst einer über dem Wagendache mit 30 Centimeter Abstand ausgespannten Segeltuchplache angestellt hat. Diese Vorrichtung erwies sich während der Fahrt wirkungslos, dagegen wurde während des Stillstandes in offener Station eine Temperaturverminderung von 2 bis 3° damit erzielt.

Zur Abkühlung der Wagenluft oder doch zur Entwärmung der Passagiere trägt jede Ventilationsvorrichtung je nach ihrer Leistungsfähigkeit bei. R. Schmidt hat, wie schon bemerkt, in seinem System die Nothwendigkeit einer Herabsetzung der Wärme unter der Decke besonders ins Auge gefasst.

Für die Tropenländer wurde von Sanders die oben beschriebene Einrichtung ersonnen, um dem Wagen abgekühlte Luft zuzuführen. Dr. Lewis in Calcutta verdanke ich die Mittheilung, dass die Erfahrung für Sanders Vorschlag nicht günstig spricht. Bald geschieht die Befeuchtung der Cuscusmatten zu stark, so dass ihre Permeabilität zu sehr verringert wird, bald zu schwach oder gar nicht, wodurch es in dem Wagen zum Aufwirbeln von Staub kommt.

In den russischen Hofwagen hat von Derschau behufs Abkühlung der Luft die sinnreiche Einrichtung getroffen, dass an sehr heissen Tagen die Luft durch Säulen nach Art eines Ofenmantels streicht in welchen eine Kältemischung eingeschaltet ist.

Um im Winter die Temperatur der Luft unter der Decke herabzusetzen, hat man die Wahl zwischen R. Schmidt's Verfahren und

der Anwendung eines auf die Circulation der Wagenluft wirkenden Ofenmantels, der sich zugleich in der Verminderung der Wärmestrahlung von Seiten des Ofens wirksam erweisen wird. Auf Grund der Untersuchungen von v. Bezold und E. Voit[1]), Forster und E. Voit,[2]) welche den hohen Werth eines gut construirten Mantels für die bessere Vertheilung der Wärme in geschlossenen Räumen zur Genüge dargethan haben, rathen wir, selbst bei der Dampfheizung in Lazarethwagen von diesem Mittel Gebrauch zu machen.

Schon bei der Besprechung der Ventilation wurde der ungleichen Entwärmung durch Zugluft die nöthige Beachtung geschenkt, und ist hier nur noch der einseitigen Abkühlung durch Wärmeleitung der Wände zu gedenken. Das Belegen des Bodens mit Matten oder Teppichen stösst kaum mehr auf einen Einwand, nur der Schutz, welchen man gegen die Kälte der Wände, sei es durch eine Doppelwand oder durch Teppiche sucht, findet Widerspruch bei den Aerzten, indem dieselben befürchten, dass in der Wandbekleidung ein Herd für Verunreinigung der Luft und für Wundkrankheiten gesetzt werde. Man besorgt ein Stagniren der Luftschichte, welche zwischen Bekleidung und Wand bleibt, wenngleich von einem Stocken der Luftbewegung hier nicht die Rede sein kann, zumal bei richtiger Anlage der zweiten Wand.

Wir wollen zugeben, dass in der That die Bekleidung der Wände mit Teppichen nach einiger Zeit des Gebrauches ebenso gut zur Quelle der Luftverunreinigung werden kann wie verunreinigtes Bettzeug, und versagen daher dieser Möglichkeit keineswegs die Beachtung. Es kann aber nur Sache der Reinlichkeit sein, einer Gefahr von dieser Seite vorzubeugen, denn mit demselben Rechte, als man aus sanitären Bedenken die Bekleidung der Wände als unzulässig erachtet, wäre schliesslich die Benützung von Betten zu verwerfen, wie man überhaupt in Folge derartiger Scrupel auf jede Bequemlichkeit verzichten müsste.

Aus finanziellen Rücksichten wird man sich wohl nicht entschliessen können, in den Wagen des gewöhnlichen Verkehrs be-

---

1) Zeitschrift des bayer. Architekten- und Ingenieurvereins 1875.

2) Nach privater Mittheilung.

sondere Schutzwände mit Zwischenschichte einzuführen, und spricht gegen deren Anwendung in Lazarethwagen der Umstand, dass sie den an sich knapp zugemessenen Raum noch mehr beengen würden. Solche Wände liessen sich zweckmässig so einrichten, dass man an ihnen oben und unten für die Luftcirculation eine etwa 2 Centimeter breite Fuge offen und einen Zwischenraum zwischen der Wagen- und der Schutzwand vorhanden sein lässt. Auf diese Weise wird im Zwischenraume eine von dem Wärmegrad der Wagenluft nicht sehr verschiedene Luft in Circulation sein, so dass der auf der Bahre Liegende die Wand nicht mehr mit seiner Körperwärme ausheizen muss. Solche Schutzwände dürften nur in der Art befestigt sein, dass der Zwischenraum behufs Reinhaltung leicht zugänglich ist.

Für das Improvisiren von Lazarethwagen wird es sich mehr eignen, die Wände in der Umgebung der Bahren mit wollenen Decken, sobald es nöthig werden sollte, zu behängen, wozu man Knopfstiften schlagen und im Winter Decken mitführen könnte, welche schon mit den nöthigen Schleifen zum Aufhängen versehen sind. Diese Art des Schutzes gegen die kalten Wände scheint uns desshalb besonders empfehlenswerth, weil die Decken behufs Reinigung sehr leicht beseitigt und rasch wieder angebracht werden können.

Man hat es als unbedingt erforderlich anerkannt, dass nach jeder Evacuationsfahrt für eine möglichst tiefgreifende Reinigung der Wagenräume und Utensilien Sorge getragen werde, wenn nicht der Drang der Verhältnisse eine Rast unmöglich macht. Ich möchte hinzufügen, dass man nach dem Auswaschen und Austrocken der Localitäten und Utensilien jene Gegenstände wie Matratzen und dergleichen, welche nicht gegen frische umgetauscht oder wegen Kürze der Frist nicht gewaschen werden können, im Wagen wenigstens gründlich ausschwefele. Das Schwefeln, wozu pro Wagen das Verbrennen von 300 Grm. Fassschwefel genügt, nimmt sammt dem darauffolgenden Auslüften etwa drei Stunden in Anspruch, und bringt, wie eine Reihe von Versuchen erwiesen hat, Möbeln und Gebrauchsgegenständen in Wohnräumen nicht den mindesten Schaden.

2) Die Heizapparate. [1])

Wir kommen nun zur Frage, welche Heizeinrichtung sich für Eisenbahnwagen im Allgemeinen und speciell für Lazarethwagen am Besten eignet, und schicken eine kurze Uebersicht über die verschiedenen Heizvorrichtungen voraus:

1) Die Anwendung der Chaufferettes galt nur der Erwärmung der Füsse. Diese Fusswärmer, welche nach und nach ganz ausser Gebrauch zu kommen scheinen, bestehen aus langen mit Plüsch überzogenen Metallgefässen mit ovalem Querschnitt. Als Wärmequelle wird heisses Wasser oder erhitzter Sand benützt, und hat in neuerer Zeit Chaumont* für Chaufferettes die Stearinheizung empfohlen.

2) Die Briquette-Heizung gebraucht als Brennmaterial ein Kohlenpräparat, welches ohne Flamme, je nach der Intensität des Luftzutrittes langsam verbrennt. Die Heizeinrichtung besteht in einem nur mit der äusseren Luft communicirenden länglichen Heizraum von kleinem Querschnitt und befindet sich unter dem Sitze.

   Die präparirte Kohle hat in neuerer Zeit auch für die Heizung von Oefen und für Luftheizungsanlagen Anwendung gefunden.

3) Die Ofenheizung geschieht durch eiserne Oefen verschiedener Art, und kann ihr als Brennmaterial Holz, Kohlen. Briquettes [2]), Coaks und Gas [2]) dienen. Die Ofeneinrichtung findet man bald mit der Ventilation verbunden, bald nicht: entweder gilt der Mantel nur der Luftzufuhr von aussen oder nur der Mischung der Wagenluft, oder er dient beiden Zwecken zugleich. Unter allen Fällen ist die Anwendung eines Mantels eine wesentliche Vervollkommnung in Bezug auf die Abschwächung der Wärmestrahlung.

   Um die Verunreinigung der Luft und die Störung zu vermeiden, welche die Unterhaltung des Ofenfeuers mit

---

1) Die Apparate, welche in Brüssel ausgestellt waren, sind mit * bezeichnet.
2) Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn *.

sich bringt, hat Rohrbeck die Einrichtung getroffen, dass die Beschickung seines Ofens aussen vom Dache aus stattfindet.

Boreischka[1]) hat den Ofen ausserhalb des Wagens verlegt, indem er zwei Mantelöfen an beiden Enden des Wagens mit der äusseren Luft und dem Wagenraume communiciren lässt. Die Luftbewegung wird während der Fahrt durch einen Blasebalg gesteigert, der durch die Bewegung des Wagens in Thätigkeit gesetzt ist.

Die Waggonfabrik zu Elbing hat die gleiche Einrichtung, jedoch mit Vermeidung des Blasebalges getroffen.

4) Der Gebrauch von Leuchtgas als Heizquelle findet nicht allein mit Gasöfen statt, sondern auch auf der belgischen Staatsbahn nach Chaumont* durch Gasflammen, welche in metallenen Heizkammern unter den Sitzen brennen.

5) Die Heizgase der Locomotive werden im System Michaelis-Pereira[2]) für die Wagenheizung nutzbar gemacht, indem ein Ventilator dieselben in continuirlicher Rohrleitung bis zum letzten Wagen treibt, wo die Abzweigung der Heizröhren für jedes einzelne Coupé beginnt. Die Heizung kann nach Belieben in jedem Coupé regulirt und abgestellt werden.

Ueberdiess ist die Einrichtung getroffen, dass beim Stehen des Zuges Dampf aus dem Kessel der Lokomotive in die Rohrleitung eingelassen werden kann. Wie früher mitgetheilt, ist bei dieser Heizanlage die Luftzufuhr berücksichtigt, indem unter jedem Coupé ein Luftfang mit dem Wärmezuleitungsrohr in Verbindung steht.

6) Als Luftheizungssystem kennt man die Heizeinrichtung von W. Thamm* (Taf. VI Fig. 7), zu welcher unter jedem Wagen ein grosser Heizapparat angebracht ist. Dieser besteht aus einem horizontal liegenden Cylinder von Eisenblech, in welchen ein aus Eisenstäben gefertigter Korb

1) v. Derschau, Etude sur la chauffage et la ventilation etc.

2) Billroth und v. Mundy, l. c. pag. 69.

mit dem Brennmaterial (1/3 Holzkohle 2/3 Coaks) geschoben wird. Den Eisenblechcylinder umgiebt ein Metallmantel, in welchem die kalt von Aussen eintretende Luft erwärmt wird. Der Eintritt der erwärmten Luft findet im Wagen am Boden unter den Sitzen statt.

Der Commandantenwagen des Malteserritter-Lazarethzuges* ist mit dieser Einrichtung versehen.

Viel Aehnlichkeit mit dieser hat die von Helbig in seinem Wagen* angewandte Heizmethode von Zimmermann, bei welcher präparirte Kohle als Brennmaterial benützt wird. Statt die Luftzufuhr in den Heizraum direct von Aussen stattfinden zu lassen, nimmt sie den durch Ruttan-Footes Ventilationssystem angewiesenen Weg, und unterscheidet sich der Apparat noch dadurch, dass statt eines Korbes mehrere kleine zur Aufnahme des Brennmateriales eingerichtet sind.

Im System Serta* (Taf. VII Fig. 7) ist die Heizkammer für mehrere Wagen gemeinsam, und fördert ein vom Wagenrad in Bewegung gesetzter Ventilator der Luft zu den Wagen, in welche dieselbe am Boden eintritt.

7) Die Dampfheizung ist entweder auf die Speisung von der Maschine aus angewiesen oder es ist ein eigner Dampfheizapparat eingerichtet. Die Dampfheizröhren können dem Luftwechsel dienstbar gemacht sein, und hat man in den Systemen von v. Derschau* (Taf. VII Fig. 4), Belleroche* und Mouquet* und in der Heizanlage der preuss. Ostbahn* (Taf. VII Fig. 3) darauf Bedacht genommen, dass die luftzuführenden Canäle mit dem Heizrohr in Verbindung gebracht sind. Bei Belleroche und Mouquet liegen die Dampfrohre unter den Füssen der Passagiere, bei der Heizeinrichtung von v. Derschau, Haag und der preuss. Ostbahn unter den Sitzen; v. Derschau brachte überdiess in den kais. russ. Hofwagen eine Heizröhre an der Decke an.

Die Regulirung der Wagentemperatur findet zumeist durch theilweise oder vollständige Abstellung des Dampfstromes zu den Heizröhren des Wagens statt, nur bei der

Heizung der preuss. Ostbahn wird so regulirt, dass man, sobald die Wagentemperatur den normalen Grad zu übersteigen beginnt, die Luft aus der Heizkammer in's Freie entweichen lässt.

8) Die Heizanlage der Wasserheizung kann entweder für jeden Wagen besonders oder für mehrere Wagen zugleich eingerichtet sein. Der ersteren Methode entspricht die Heisswasserheizung von Briquet und Weibel[1]) in Genf, welche Bonnefond für den Commandantenwagen des französischen Lazarethzuges gewählt hatte. Freiss und Hentschel[2]) wollen den überflüssigen Theil von Wasser und Dampf der Locomotive als Heizquelle ausnützen, und mit den Wagenheizröhren die Ventilation verbinden.

3) Wahl einer Heizeinrichtung.

v. Derschau entwirft bezüglich der Anforderungen an eine gute Eisenbahnheizung folgendes Programm:

Die Heizanlage soll im Wagen eine constante Temperatur von 10—12° C. herstellen, sie muss leicht zu reguliren und zu controliren sein, die Wärme gleichmässig verbreiten, und darf keine strahlende Wärme geben.

Die Luftzufuhr soll mit der Heizung in Verbindung sein, die Luft am Boden eintreten und zwar mit keiner grösseren Geschwindigkeit als 3 Meter p. S.

Die Oberfläche des Heizapparates ist gleichmässig im ganzen Wagen zu vertheilen.

Die Vorrichtung darf dem Reisenden keine Gefahr bringen, und muss solide genug construirt sein, um Garantie zu bieten, dass die Heizung auf der Fahrt nicht aufhört.

Der Betrieb soll einfach und billig, der Nutzeffect so gross als möglich sein. Das Brennmaterial darf keinen hohen Preis haben, und nur derart sein, dass man es überall findet.

Die Temperaturnorm von Derschau's mag Manchem im Vergleich zu der gewöhnlichen Zimmertemperatur etwas nieder vorkommen, und doch ist dieselbe unbedingt gerechtfertigt, da man für die Reise sich ohnehin wärmer kleidet und daher, wie die tägliche Erfahrung lehrt, bei den heutigen Verfahren, die Wagen zu heizen, eher unter der Hitze als unter der Kälte zu leiden hat.

---

1) Billroth und v. Mundy, l. c. pag. 73.

2) Billroth und v. Mundy, l. c. pag. 74.

Für Verwundetenwaggons hält Billroth (l. c. p. 53) eine Temperatur von 15° C. für genügend; unter 10° C. sollte die Wagentemperatur nie sinken. „Kranke und Verwundete, welche im Bett bei 15° C. frieren, muss man mit mehreren wollenen Decken versehen.“

Während bei der Ventilation eines Eisenbahnwagens die Technik hauptsächlich nur die Kleinheit des Wagenraumes als einen aussergewöhnlichen Factor in Rechnung zu ziehen hat, stösst sie bei der Heizung nicht allein wiederum in diesem auf Schwierigkeit, sondern auch in dem relativ grossen Wärmeleitungsvermögen und der freien Lage sämmtlicher Wandungen. Im Gegensatze zu einem Zimmer ist der Wagen nach allen Seiten hin dem Einflusse der äusseren Temperatur ausgesetzt, und bewirkt die Differenz der Temperatur und des Luftdruckes zwischen Innen und Aussen, dass die wärmere Luft mit grosser Energie nach der Decke strebt.

Man muss sich darüber klar sein, dass die Lösung der Ventilations- und Beheizungsfrage durch technische Rücksichten und besonders durch Verwaltungsinteressen erschwert wird, insoferne man den Eisenbahndirectionen nicht zumuthen kann, die Aufgabe durch eine unvollständige Ausnützung des Wagenraumes und Reducirung der normirten Sitzplätze zu erleichtern.

Bei der Heizung von Hof- und Salonwagen, die jederzeit nur schwach besetzt sind, wird sich den im Programm v. Derschau's entwickelten Anforderungen genügen lassen, indem es hohen Reisenden unbenommen ist, sich den behaglichsten Platz im Wagen zu wählen. Aber im Lazarethwagen mit Lagerung in zwei Etagen sind die Heizverhältnisse trotz der relativ geringen Ausnützung des Wagenraumes noch ungünstiger als im gewöhnlichen Personenverkehr, weil die Verwundeten und Kranken auf den oberen Bahren von der Hitze unter der Decke sehr zu leiden haben. Die Reisenden des gewöhnlichen Verkehrs empfinden die Hitze über ihren Köpfen wenig und sind gewohnt, die Vortheile eines Eckplatzes bezüglich Bequemlichkeit und Aussicht in's Freie gegen eine Abkühlung der dem Fenster zugekehrten Seite einzutauschen.

Wenn es auch, um die Wagenwärme innerhalb der normalen Grenzen zu erhalten, sehr wesentlich ist, dass die Beschickung und

Regulirung ganz unabhängig vom Willen der Passagiere stattfinde, so lässt sich diese Anordnung doch nur im Lazarethwagen durchführen, wo dem Lazarethgehilfen die Heizung überwiesen werden kann, dagegen muss man im gewöhnlichen Personenverkehr den Wageninsassen zum Mindesten die Controle und Richtigstellung der Wagentemperatur überlassen. In Folge der Nothwendigkeit, den Passagieren die Beschickung aus der Hand zu nehmen, und besonders durch das Coupésystem der Wagen war der Betrieb der Heizung eines Zuges so ausserordentlich erschwert, dass man auf die Construction von Centralheizungen sinnen musste, welche übrigens der Mühe des Ueberwachens der Wagenwärme nicht im Mindesten entheben.

Jeder Wechsel in der Fahrgeschwindigkeit, jeder Halt macht sich durch Schwankungen der Temperatur im Wagen geltend. An und für sich bedingt die Fahrt eine Steigerung des Luftwechsels und dadurch eine Wärmeabnahme, aber mit der rascheren Bewegung des Wagens wird bei manchen Heizapparaten das Feuer um so stärker angefacht, und tritt eine Steigerung der Temperatur bis zu einem unerträglichen Grade ein. Die ursprüngliche Briquetteheizung (der Pfälzer Eisenbahnen, Main- Weser-Bahn) zeigt, wie ich aus eigener Erfahrung zu berichten weiss, in ganz besonderem Grade diesen Fehler, der um so mehr empfunden wird, als dieser Heizapparat weder eine Regulirvorrichtung hat noch mit dem Luftwechsel verbunden ist; dazu kommt noch die Gefahr der Kohlenoxydgasvergiftung, die in einigen Fällen bei diesem Heizverfahren schon beobachtet worden ist.

Durch die Vereinigung mit der Ventilation ist der Ofen für kalte Wintertage zu einer ganz erträglichen Heizvorrichtung geworden, da bis zu einem gewissen Grade mit der Zunahme des Heizeffectes die Luftzufuhr steigt, und so einen Ausgleich herzustellen sucht. Sobald die Kälte im Freien nachlässt, versagt dagegen die Luftbewegung im Mantel ihre Wirkung, weil die Ventilationsgrösse durch Herabsetzung der Temperaturdifferenz abgenommen hat und die Temperatur der einströmenden Luft zur Abkühlung nicht mehr kalt genug ist. Es wird daher durch den Ofenmantel und überhaupt durch die Vereinigung der Ventilation mit einer Heizvorrichtung das Reguliren

keineswegs entbehrlich, welches beim Ofen einfach durch Behinderung oder Erleichterung des Luftzutrittes zum Feuerungsraume, nicht aber durch eine Klappe im Rauchrohr geschehen sollte.

In einem Verbote der Rauchrohrklappen ist das wesentlichste Schutzmittel gegen Kohlenoxydgasvergiftung gegeben, und wäre es besser, mit aller Energie gegen diese anzukämpfen als in der Durchlässigkeit von glühendem Gusseisen die grössere Gefahr zu erblicken. Seit Morin[1]) versucht hat, der interessanten Entdeckung von St. Claire Deville[2]) eine hygienische Bedeutung beizumessen, hat der Glauben, dass gusseiserne Oefen wegen der Kohlenoxyddiffusion sanitär höchst bedenklich seien, schon so tiefgewurzelt, dass man mit den schlagendsten Gegengründen vergeblich dagegen ankämpft. Die Möglichkeit einer Kohlenoxyddiffusion durch die glühende Wandung eines gusseisernen Ofens darf nicht geleugnet werden, aber, wenn die so diffundirten Mengen von Kohlenoxyd zu einer Vergiftung ausreichten, warum sollten nicht täglich grosse Gefahren für Gesundheit und Leben durch die Kohlenoxyddiffusion entstehen, welche beim nicht glühenden Ofen durch die Spalten des Ofenthürchens, durch die Fugen zwischen den einzelnen Ofentheilen und Rauchrohrstücken stattfindet, um so mehr als diese Wege der Diffusion viel weniger Widerstand bieten. Seit Jahren spricht v. Pettenkofer in Schrift und Wort sich gegen die Lehre Morin's aus, die nur durch eine Vernachlässigung der quantitativen Untersuchung entstanden sein könne, und bemerkt in seiner Abhandlung über „Hygiene und ihre Stelle an den Hochschulen“ [3]) in dieser Hinsicht Folgendes:

> „Mit dieser hygienischen Gedankenoperation wäre unvermeidlich die Stellung der Frage verbunden gewesen: um wie viel Oefen aus gebranntem Thon im kalten und heissen Zustande weniger Diffusion gestatten, als solche aus Eisen, welche man durch Thonöfen hätte ersetzen müssen. Schon die blosse hygienische Fragestellung hätte darauf aufmerksam gemacht, dass vom Kohlenoxydgas in eisernen Oefen keine grössere Gefahr ausgehen kann, als vom Kohlenoxyd in Kachelöfen, denn dass Waaren aus gebranntem Töpferthon, auch wenn sie glasirt sind, und

1) Comptes rend. 1868, Bd. 66, Nr. 2.
2) Comptes rend. 1863, Bd. 56 und 57, pag. 729 resp. 965.
3) Wiener med. Wochenschrift 1875.

dass Kapselerde und trockener Lehm, mit dem die Fugen ausgekleidet werden, viel mehr Luft durchlassen als selbst hellglühendes Eisen, und desshalb auch viel mehr Diffusion von Kohlenoxydgas gestattet, wäre eine längst bekannte Thatsache gewesen. Die Entdeckung von Deville machte Aufsehen, nicht weil so viel Kohlenoxydgas durch glühendes Eisen geht, und mehr als durch den Thon, sondern weil überhaupt eines durchgeht, nachdem man bis dahin wohl den Thon als einen sehr porösen Körper gekannt hatte, nicht aber das Eisen, welches man für Gase absolut undurchdringlich gehalten hatte, und durch welches unter Umständen nun doch, wenn auch nur geringe Mengen Gase durchgehen.

Zur Erklärung der von Vielen empfundenen Unannehmlichkeit der eisernen Oefen ist daher die Entdeckung von Deville nicht zu gebrauchen".

Von der gleichen Ueberlegung, wie v. Pettenkofer geleitet, hat Coulier [1]) aus den Angaben über das Experiment von St. Claire Deville und Troost, [2]) auf welches Morin sich beruft, nachgerechnet, wie gross im Versuchsraume der Kohlensäuregehalt der Luft gewesen sein müsse. Deville und Troost haben in der Weise untersucht, dass sie mittelst Gasuhr und Aspirator einen Theil der Luft aus dem Mantel eines glühenden eisernen Ofens von Kohlensäure und Wasser befreiten, über glühendes Kupferoxyd leiteten und die so gebildeten Kohlensäure- und Wassermengen bestimmten. Dieses Verfahren gibt schon an sich über den Kohlenoxydgehalt ungenügenden Aufschluss, weil die Verbrennungsmethode die Kohlenwasserstoffe und andere flüchtige Kohlenstoffverbindungen nicht genau in Abzug bringen lässt, zumal wenn der Aspirator so rasch läuft wie in den vorliegenden Versuchen. Rechnet man nun mit Coulier, so tritt die Unhaltbarkeit des Schlusses von Morin noch mehr zu Tage: Der Versuchsraum, in welchem der Ofen stand, war 180 Cubikmeter gross, und haben die in 92 Stunden aspirirten 1055 Liter Luft 0.618 Liter Kohlenoxydgas ergeben. Wenn man die jeweilige Vertheilung dieser Kohlenoxydmenge berechnet und nur eine fünfmalige Lufterneuerung während 24 Stunden als Ventilationsgrösse des Raumes annimmt, so kann der Kohlensäuregehalt der Luft im Raume nicht mehr als 0.15 Cubikmillimeter per Liter betragen haben.

1) Journ. pharm. (4) VIII 246, Chem. Jahresber. 1868, pag. 973.
2) Comptes rendus LXVI, pag. 83.

In neuester Zeit hat Eulenberg in seinem Handbuche der Gewerbehygiene [1]) gegen Morins Lehre entschieden Stellung genommen, indem er die Wahrscheinlichkeit des Durchdringens von Kohlenoxydgas bei der gewöhnlichen Ofenheizung bestreitet.

Der Glauben an Morin's Angaben hat durch die Diagnosen einiger Aerzte Stütze gefunden, jedoch lässt die genauere Analyse der betreffenden Erkrankungsfälle keinen Zweifel, dass die Symptome zum Mindesten auch durch andere Ursachen als durch den Austritt von Kohlenoxydgas aus dem glühenden Ofen veranlasst gewesen sein können. Gewöhnlich wird in solchen Beobachtungen übersehen, dass die strahlende Hitze eines glühenden Ofens und die Ueberhitzung des Wohnraumes schon an sich Einflüsse sind, welche Unwohlsein zu erzeugen im Stande sind.

Nicht selten sitzt auf der Heizfläche des Ofens Staub und Unrath, welcher, sobald die Hitze grell wird, destillirt oder verkohlt, und mit seinen Destillationsproducten oder Verbrennungsgasen die Luft derart verdirbt, dass das Wohlbefinden der Bewohner darunter leidet. Auch bei der Luftheizung wird zu wenig die Nothwendigkeit beachtet, die Heizkammern und Heizflächen der Caloriferen möglichst rein zu halten, worauf ich schon an einem anderen Orte aufmerksam gemacht habe. [2]) In dieser Hinsicht ist es ein entschiedener Vorzug der Weibel'schen Luftheizung für Wohngebäude, dass die Heizflächen in blankpolirtem Stahl gehalten sind. Erst in jüngster Zeit kam in einem Münchener Schulhause bei der Kelling'schen Luftheizung der instructive Fall vor, dass der Unterricht ausgesetzt werden musste, weil in Folge ungenügender Reinhaltung der Heizkammern die Luft einen widerlichen Geruch angenommen hatte. Wie es gewöhnlich geht, haben sofort die Gegner der Luftheizung das Vorkommniss sowohl der Heizeinrichtung als auch dem Princip der Luftheizung überhaupt auf das Kerbholz geschrieben, statt dem Hausmeister, der die wenigstens vor Beginn der Heizperiode nöthige Reinigung der Heizkammern versäumt hatte.

---

1) Eulenberg, Handbuch der Gewerbehygiene. Berlin 1876, bei Hirschfeld, pag. 353 u. 849.

2) Ueber den sanitären Werth des atmosph. Ozons. Zeitschr. f. Biologie Bd. X, pag. 441.

Wenn Unwohlsein in solchen Fällen entsteht, wird dasselbe von Aerzten und Laien zumeist auf Kohlenoxydgasintoxication zurückgeführt. Auch muss das Kohlenoxydgas als Ursache für das Unbehagen herhalten, welches durch die excessive Luftfeuchtigkeit mit Beimischung vom Dunste des trocknenden Lehmes und der Kapselerde eintritt, wenn ein frischgesetzer Kachelofen sofort zur Heizung von Wohnräumen dienen soll. Nach der Austrocknung des Ofens hört die Luftverderbniss von selbst auf, und der Bewohner fühlt sich wieder wohl, wenngleich der Ofen durch das Austrocknen seiner Fugen für den Durchtritt der Feuerungsgase permeabeler geworden ist.

Wir fühlen uns nicht berufen, in die Discussion einzutreten, welche zwischen den Technikern über die Wahl des besten Heizverfahrens für Eisenbahnwagen derzeit noch geführt wird, sondern wollen uns nur an die sanitäre Seite des Gegenstandes halten.

Nach dem heutigen Stande der Heizfrage ist ausser Zweifel, dass die Dampfheizung sich sowohl für den gewöhnlichen Verkehr als für den Verwundetentransport am Meisten empfiehlt, weil sie noch am ersten dem Programm v. Derschau's entspricht.

Im Eisenbahnwagen dient die Verbindung des Luftzutritts mit der Heizvorrichtung dem doppelten Zwecke, dass die Luft erwärmt eintritt und die Wärmestrahlung vermindert wird; sie sollte nirgends, selbst nicht bei der Dampfheizung, fehlen, welcher man den Vorzug zugesteht, dass sie relativ wenig durch Strahlung heizt. Unbedingt ist die eintretende Luft an den Heizröhren zuvor zu erwärmen, nicht aber wie gewöhnlich, dass man nur eine grosse Oeffnung zum Heizraume schafft, sondern die Luftzufuhr müsste vertheilt auf viele kleine Oeffnungen, die durch eine Schiebervorrichtung regulirbar sind, am Boden stattfinden. Auch der Eintritt der erwärmten Luft in den Wagenraum sollte nicht auf eine besondere Ventilationsöffnung beschränkt sein. Lässt man den Raum unter den Sitzen gegen den Wagen zu ganz offen, wie dies z. B. bei der Dampfheizung von Haag der Fall ist, so ist für eine gleichmässigere Vertheilung der Luft gesorgt, als wenn eine beschränkte Austrittsöffnung gegeben wäre, durch welche der ihr zunächst sitzende Passagier vom Anprall der ganzen Luftmenge belästigt wird.

Wenn für Schutz gegen die Erhitzung des Sitzes durch schlechte Wärmeleiter genügend gesorgt wird, eignet sich die Anlage der Dampfrohre unter den Sitzen immer noch besser als unter den Füssen. Das Anbringen der Heizröhren unter den Füssen bringt den grossen Nachtheil mit sich, dass auf der Heizröhre sich Schmutz und Strassenkoth lagert, der durch trockene Destillation an der Heizfläche die Luft verunreinigt. Die Dampfröhren unter den Sitzen sind leicht durch ein Drahtgitter vor Beschmutzung von Seiten der Füsse zu schützen, jedoch ist auch darauf zu achten, dass die Heizröhren trotzdem behufs öfterem Abstaubens zugänglich bleiben.

Man könnte noch einen Einwand darin erblicken, dass die am Boden eintretende Luft sich an den Füssen der Passagiere verunreinigt. ehe sie der Respiration zu Gute kommt. Wir bemerken dagegen. dass bei einer lebhaften Luftzufuhr der Luft wenig Zeit gelassen ist, an den Füssen Riechstoffe aufzunehmen. Ueberdies sind die Heiz- und Ventilationsverhältnisse in Eisenbahnwagen so eigenartige, dass man nur auf Kosten der Vortheile, welche die Einrichtung der Luftzufuhr und die Heizanlage am Boden bringt, diesen unbedeutenden Nachtheil vermeiden könnte.

Der Vorschlag v. Derschau's, eine Heizröhre unter der Decke hinlaufen zu lassen, mag für die excessive Kälte in Russland volle Geltung haben, in gemässigten Klimaten jedoch lässt sich diese Einrichtung gewiss entbehren, ja man muss auch bei Anwendung der Dampfheizung für Lazarethwagen ebenso gut, wie bei der Ofenheizung der Hitze unter der Decke entgegen zu wirken suchen. In den Wagen des gewöhnlichen Verkehrs wird, sobald für ergiebigeren Luftwechsel als bisher gesorgt ist, eine Vorrichtung gegen diesen Missstand unnöthig sein, dagegen müsste bei Anwendung der Dampfheizung für Lazarethwagen demselben unbedingt gesteuert werden. Man könnte zu diesem Zwecke im Wagen die Dampfrohrleitung an Stelle des Ofens zu einer Spirale aufrollen und dieselbe mit einem Mantel zur Circulation der Wagenluft umgeben, welcher Einrichtung wir auf Grund der oben citirten Untersuchungen (über den Werth des Mantelofens) das Wort reden dürfen.

Trotz der mancherlei Einwände, welche die Ofenheizung schon erfahren hat, lässt sich dieselbe beim Verwundetentransporte nicht

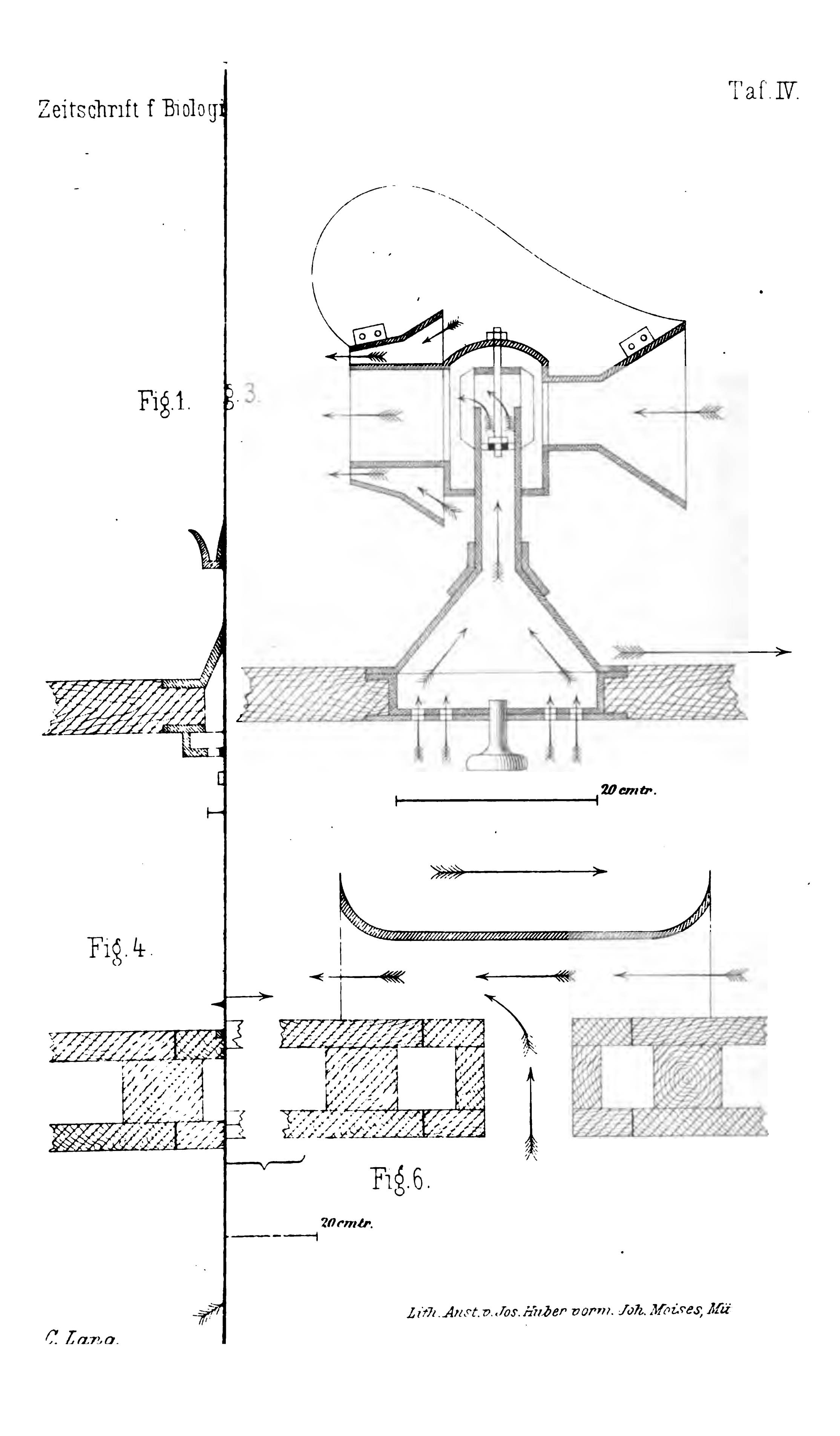
ganz entbehren, weil das fahrende Lazareth zumeist aus Wagen ohne Heizeinrichtung, aus Güterwagen, improvisirt werden muss; man hat im Feldzuge 1870/71 bei der Alternative, zu frieren oder mit der Wärme die Mängel der Ofenheizung in Kauf nehmen zu müssen, doch lieber zum Ofen gegriffen.

Die Unreinlichkeit beim Beschicken und Reinigen der Oefen erduldet man auch in Wohnzimmern, und kommt durch die Zutheilung eines Krankenwärters, der die Heizung besorgt und regulirt der Vorzug einer Centralheizung weniger in Frage. Wir sehen daher in der Heizung der Lazarethwagen mittelst Ofen kein sanitäres Bedenken, wenn der Ofen mit zwei Mänteln und einer guten Regulirvorrichtung versehen ist; die Umsicht des Wärterpersonals vermag die übrigen Mängel der Ofenheizung nahezu auszugleichen.

Die Frage, welches Brennmaterial das geeignetste ist, entscheidet v. Derschau's Programm, welchem für die Ofenheizung höchstens noch die reinlichere Beschickung als Bedingung beizufügen wäre.

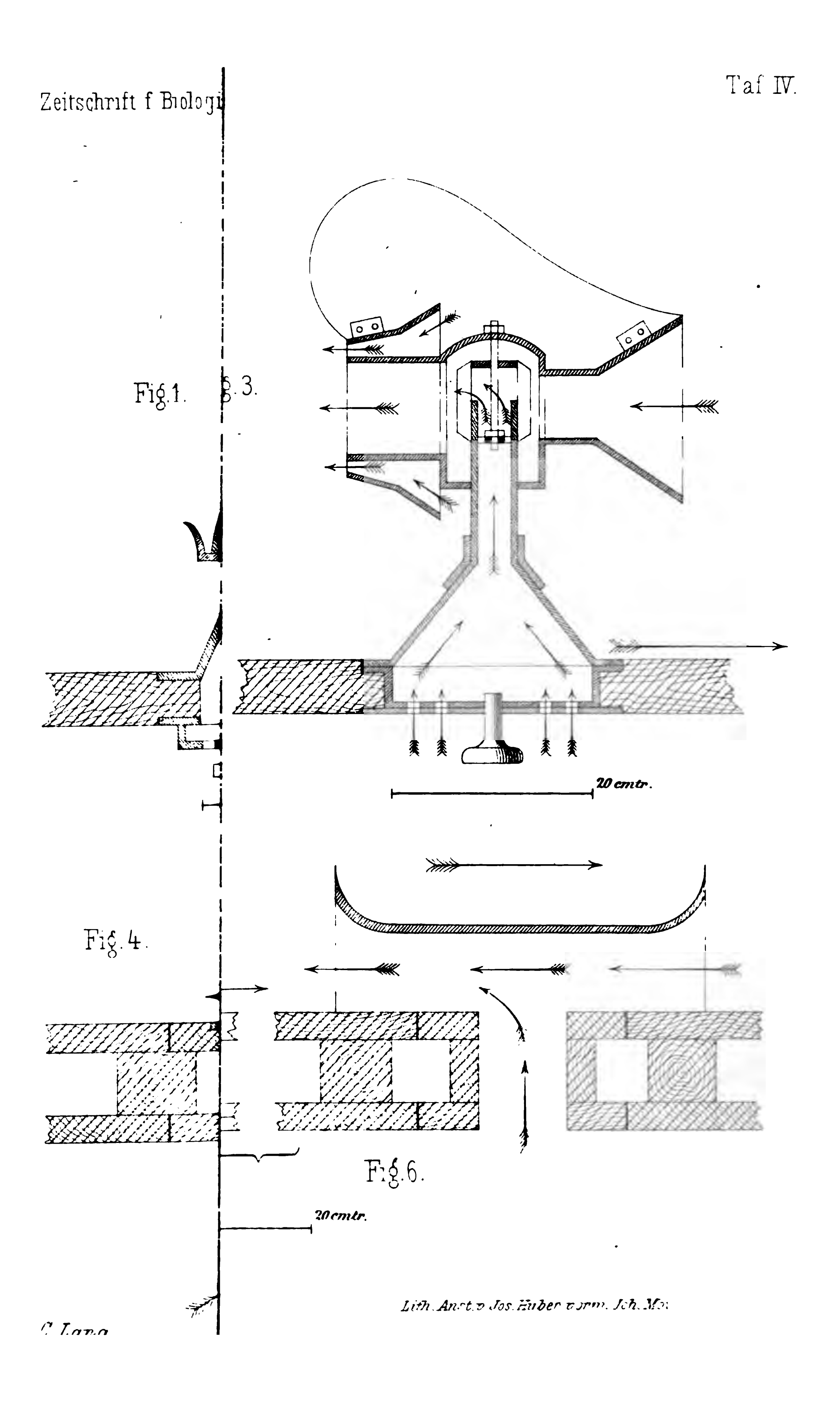


Anmerkung zu pag. 608, Zeile 5 von oben. Diese Zahl 0.5 wurde übrigens von Wolpert nur als Sicherheitscoëfficient für die Vorberechnung von Ventilationsanlagen nicht aber zur Anwendung bei Prüfung von Ventilationsapparaten angegeben.



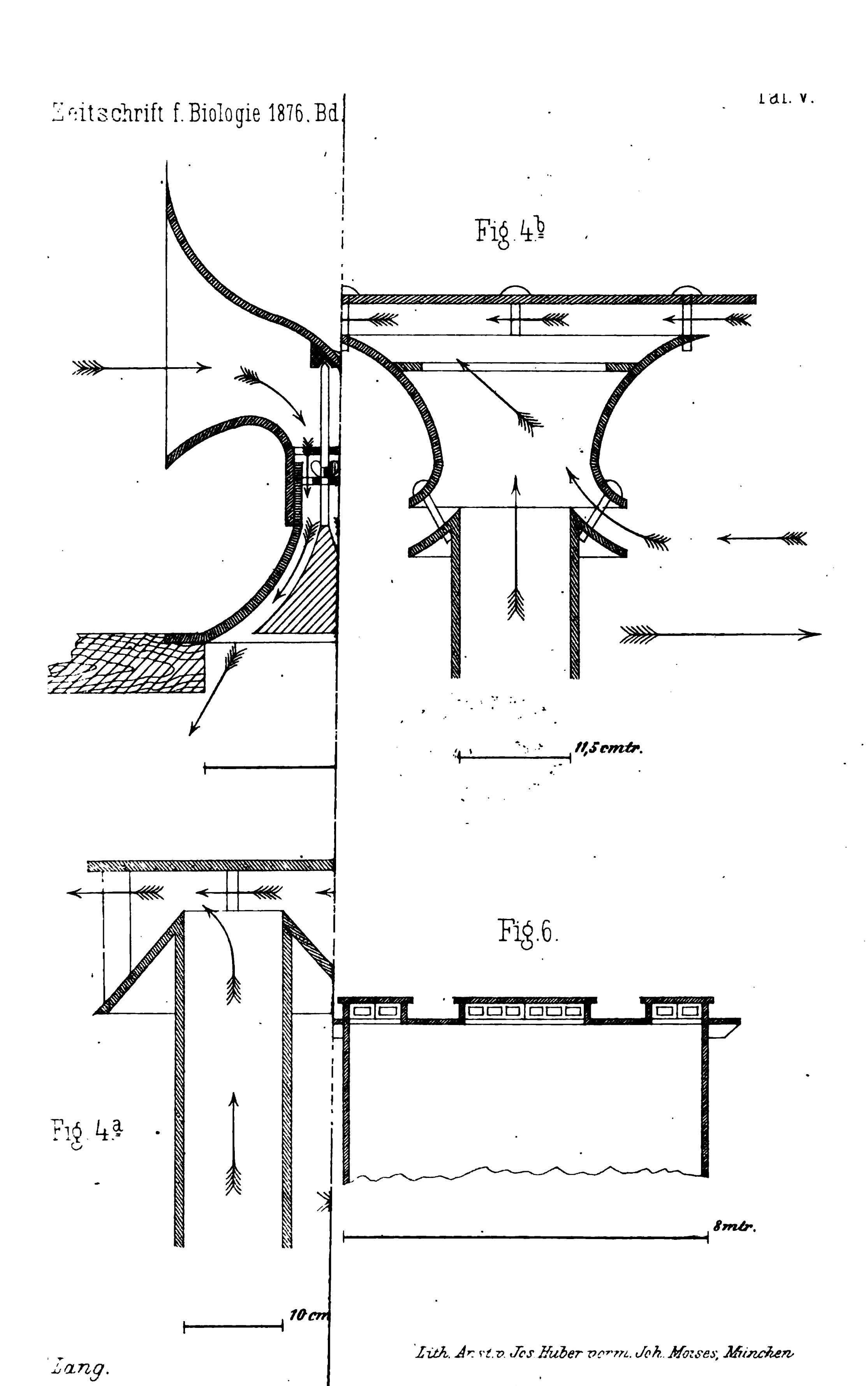
Zeitschrift f Biologi
Taf. IV.
Fig. 1.
g. 3.
20 cmtr.
Fig. 4.
Fig. 6.
20 cmtr.
Lith. Anst. v. Jos. Huber vorm. Joh. Moises, Mü
C. Lang.

Anmerkung zu pag. 608, Zeile 5 von oben. Diese Zahl 0.5 wurde übrigens von Wolpert nur als Sicherheitscoëfficient für die Vorberechnung von Ventilationsanlagen nicht aber zur Anwendung bei Prüfung von Ventilationsapparaten angegeben.



Lith. Anst. v. Jos. Huber vorm. Joh. Mo:

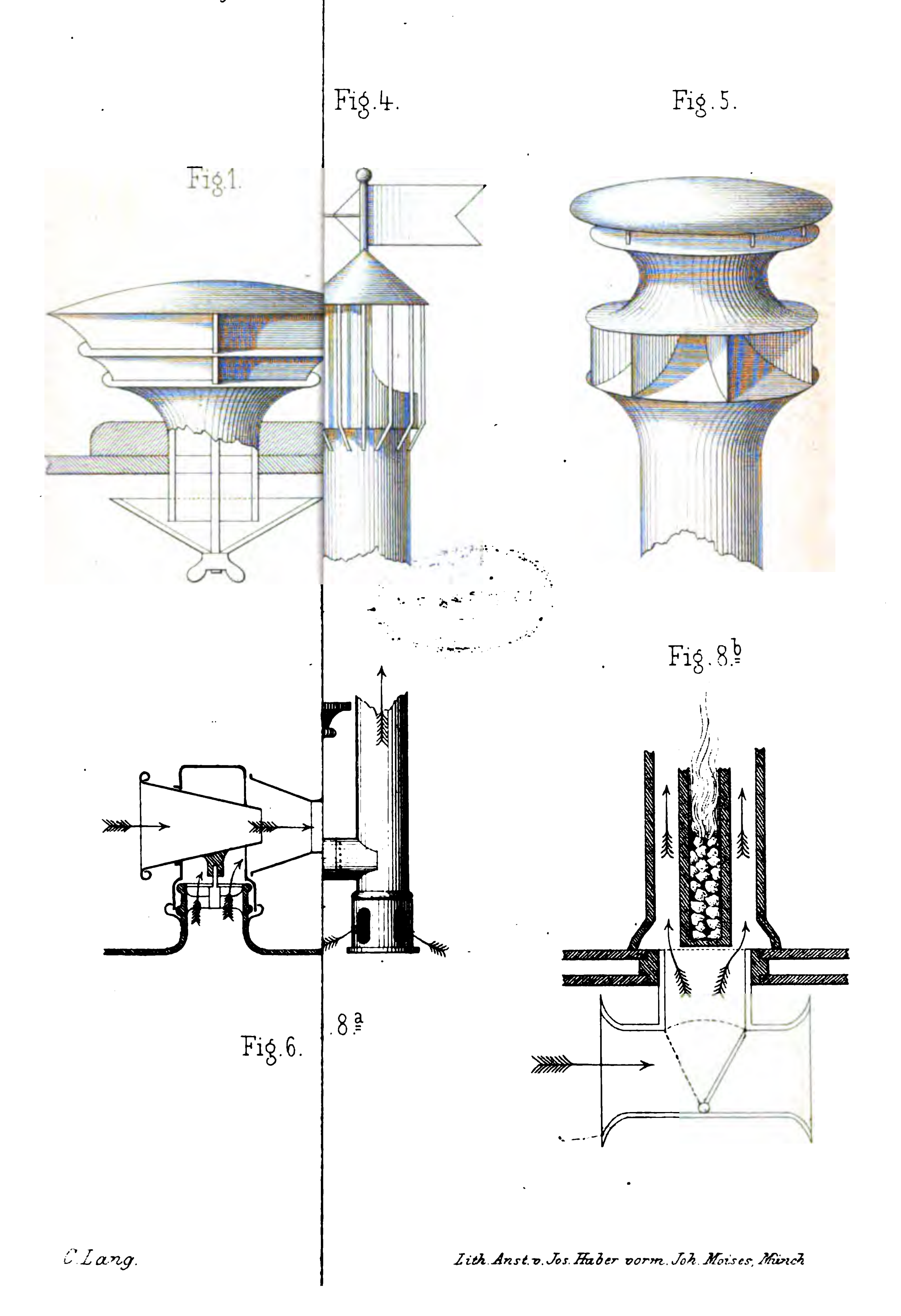

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF



Lith. Anst. v. Jos Huber vorm. Joh. Moises, München

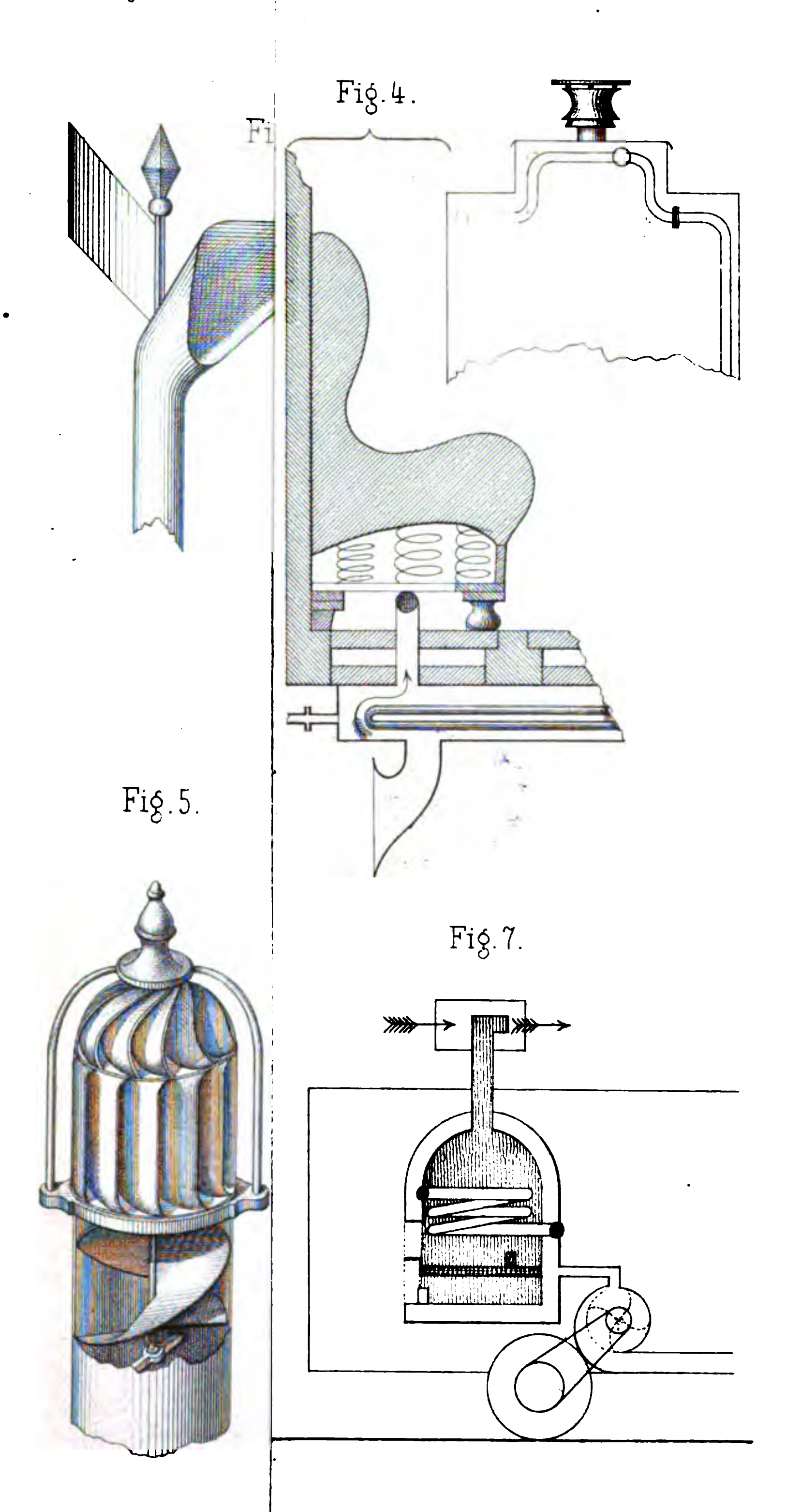
Lang.


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA



C. Lang. Lith. Anst. v. Jos. Haber vorm. Joh. Moises, Münch.


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA



C. Lang.

Lith. Anst. v. Jos. Huber vorm. Joh. Moises,



